

2^e série, t. XXIX. — 1872. — N^o 7.

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

(CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830,
A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE
PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832.)

DEUXIÈME SÉRIE

TOME VINGT-NEUVIÈME

FEUILLES 31-37 (3, 17 JUIN 1872)

PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ

Rue des Grands-Augustins, 7

et

Chez F. SAVY, libraire, rue Hautefeuille, 24

1871 A 1872

Le Bulletin paraît par livraisons mensuelles.

Janvier 1873

NOTA - Les planches IV, V, VI et VII ne paraîtront
que dans le prochain cahier.

AVIS - D'après une récente décision de la société, chaque volume du Bulletin ne sera
envoyé aux membres, qu'après qu'ils auront payé la cotisation de l'année correspondante.

RÈGLEMENT CONSTITUTIF DE LA SOCIÉTÉ

APPROUVÉ PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832.

ART. I^{er}. La Société prend le titre de *Société géologique de France*.

ART. II. Son objet est de concourir à l'avancement de la Géologie en général, et particulièrement de faire connaître le sol de la France, tant en lui-même que dans ses rapports avec les arts industriels et l'agriculture.

ART. III. Le nombre des membres de la Société est illimité (1).

Les Français et les Étrangers peuvent également en faire partie.

Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. IV. L'administration de la Société est confiée à un Bureau et à un Conseil, dont le Bureau fait essentiellement partie.

ART. V. Le Bureau est composé d'un président, de quatre vice-présidents, de deux secrétaires, de deux vice-secrétaires, d'un trésorier, d'un archiviste.

ART. VI. Le président et les vice-présidents sont élus pour une année;

Les secrétaires et les vice-secrétaires, pour deux années; le trésorier, pour trois années; l'archiviste, pour quatre années.

ART. VII. Aucun fonctionnaire n'est immédiatement rééligible dans les mêmes fonctions.

ART. VIII. Le Conseil est formé de douze membres, dont quatre sont remplacés chaque année.

ART. IX. Les membres du Conseil et ceux du Bureau, sauf le président, sont élus à la majorité absolue.

Leurs fonctions sont gratuites.

ART. X. Le président est choisi, à la pluralité, parmi les quatre vice-présidents de l'année précédente;

Tous les membres sont appelés à participer à son élection, directement ou par correspondance.

ART. XI. La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet.

ART. XII. Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un des points de la France qui aura été préalablement déterminé.

Un Bureau sera spécialement organisé par les membres présents à ces réunions.

ART. XIII. La Société contribue aux progrès de la Géologie par des publications et par des encouragements.

ART. XIV. Un *Bulletin* périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

ART. XV. La Société forme une bibliothèque et des collections.

ART. XVI. Les dons faits à la Société sont inscrits au *Bulletin* de ses séances avec le nom des donateurs.

ART. XVII. Chaque membre paye: 1^o un droit d'entrée, 2^o une cotisation annuelle.

Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs.

Ce droit pourra être augmenté par la suite, mais seulement pour les membres à élire.

La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs.

La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par une somme de 300 francs une fois payée.

ART. XVIII. La Société réglera annuellement le budget de ses dépenses.

Dans la première séance de chaque année, le compte détaillé des recettes et des dépenses de l'année sera soumis à l'approbation de la Société.

Ce compte sera publié dans le *Bulletin*.

ART. XIX. En cas de dissolution, tous les membres de la Société sont appelés à décider sur la destination qui sera donnée à ses propriétés.

(1) Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation, avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président, et avoir reçu le diplôme de membre de la Société (Art. IV du règlement administratif).

Puisque je parle du miocène inférieur de la Ferté, j'en profiterai pour mettre aussi sous les yeux de la Société de grandes limnées, voisines de la *L. pyramidalis*, Brard, provenant du calcaire de Brie exploité dans une petite carrière près d'Étréchy, au-dessous des marnes sableuses à *Natica crassatina*. J'avais déjà trouvé cette grande espèce, quelle qu'elle soit, exactement au même niveau dans la colline de Sannois, près d'Argenteuil, et j'en ai rapproché une autre grande limnée qu'on trouve dans les calcaires du Puy-en-Velay (*Réunion extraord.*; *Bull.*, 2^e série, t. XXVI, p. 1062). Si je la mentionne de nouveau, c'est parce que la présence au niveau du calcaire de Brie de ce grand type, qui se rapproche beaucoup du type le plus ordinaire des limnées du calcaire de Saint-Ouen, n'avait pas été signalée dans le dernier ouvrage de M. Deshayes et se trouve constatée maintenant sur plusieurs points différents.

Sur quelques coquilles oligocènes des environs de Rennes (Ille-et-Vilaine), par M. Tournouër.

J'ai présenté, il y a quelques années, à la Société (1) un travail sur quelques lambeaux de calcaire tertiaire exploités auprès de Rennes en Bretagne, dans les carrières de Saint-Jacques et de la Chaussérie ou Chaussairie.

La seule étude des moules et des empreintes de coquilles contenus dans ces calcaires m'avait amené à conclure que ces dépôts, qui avaient été généralement considérés comme appartenant au niveau du calcaire grossier parisien, devaient être, au contraire, classés dans le miocène inférieur et portés sur l'horizon des sables de Fontainebleau.

On m'a communiqué récemment une petite série de fossiles, avec leur test parfaitement conservé, provenant des argiles extraites d'un puits foré près des carrières dont je parle, et qui confirment pleinement mes conclusions. Je mets sous les yeux de la Société des échantillons irréprochables de quatre espèces des plus caractéristiques, qui sont :

Natica crassatina, Lam., déjà signalée par moi d'après les moules ;

Natica angustata, Grat. ;

Melania Grateloupi, d'Orb., var. *minor* ;

Fusus polygonatus, Brongn. (*Fasciolaria*, Grat.).

(1) *Bull.*, t. XXV, p. 367; 1868.

Soc. géol., 2^e série, t. XXIX.

Une dizaine d'autres espèces, généralement petites, que j'a eues entre les mains, se rapportent également à des espèces oligocènes, ou sont nouvelles. Je me réserve d'en parler quand cette première communication aura été complétée, comme j'espère qu'elle le sera bientôt.

Mais les quatre espèces que je mets sous les yeux de la Société suffiraient à elles seules, par leur association, pour faire reconnaître l'horizon du *tongrien* de d'Orbigny. Et de ces quatre espèces, trois, c'est-à-dire *Melania Grateloupi*, *Natica angustata* et *Fasciolaria polygonata*, sont en outre exclusivement propres au tongrien méridional de Castel-Gomberto ou des marnes de Gaas d'où l'on croirait que les échantillons sont extraits. La présence sur le littoral ouest de la Bretagne de ces espèces, qui n'ont pas encore été trouvées plus au nord ni à l'est dans les dépôts synchroniques d'Étampes, de la Belgique ou de Mayence, rattache intimement la faune oligocène de la Chaussairie à celle du sud-ouest de la France, et vient à l'appui de l'idée que j'ai émise dans le travail précité : qu'à l'époque tongrienne les eaux de la Méditerranée ou de l'Atlantique ne communiquaient pas directement avec celles du nord par la Bretagne ou la Normandie.

Séance du 17 juin 1872.

PRÉSIDENCE DE M. ED. HÉBERT,

puis de M. Edm. Pellat, vice-président.

M. Bioche, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce la mort de M. Figari-Bey.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. MENEGHINI (Joseph), professeur à l'Université, à Pise (Italie), présenté par MM. Dangler et Savy.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Dausse, *Études relatives aux inondations et à l'endiguement des rivières*, in-4°, 220 p., 12 pl.; Paris, 1872.

De la part de M. Ernest Favre, *Revue des travaux relatifs à la géologie de la Suisse (années 1870 et 1871)*, in-8°, 54 p., 1 pl.; Genève, 1872.

De la part de M. Parran, *Études géognostiques sur le département de l'Ardèche, par le professeur Albert Oppel, traduites de l'allemand*, in-8°, 26 p.; Alais, 1872.

De la part de M. E. Sauvage, *De la terminaison de la colonne vertébrale chez les Pleuronectes*, in-4°, 3 p.; Paris, 1872.

De la part de M. F. Savy :

1° *Histoire de la Création*, etc., par H. Burmeister, traduite de l'allemand d'après la 8^e édition, par E. Maupas, revue par le Pr. Giebel, in-8°, 690 p.; Paris, 1870, chez F. Savy ;

2° *Manuel de Conchyliologie*, etc., par le Dr S.-P. Woodward, augmenté d'un appendice par Ralph Tate, traduit de l'anglais sur la 2^e édition par Alois Humbert, in-8°, 657 p., 24 pl.; Paris, 1870, chez F. Savy ;

3° *Tableau chronologique des divers terrains ou systèmes de couches minérales stratifiées qui constituent la partie connue de l'écorce terrestre*, etc., par Charles d'Orbigny ; Paris, chez F. Savy ;

4° *Coupe figurative de la structure de l'écorce terrestre*, etc., par Charles d'Orbigny et Charles Léger ; Paris, chez F. Savy.

De la part de M. Tournouër, *Auriculidées fossiles des faluns* in-8°, 40 p., 2 pl.; Paris, 1872, chez F. Savy.

De la part de M. Justus Perthes, *Mittheilungen aus J. Perthes geographischer Anstalt über wichtige neue erforschungen auf dem gesamtgebiete der Geographie von D. A. Petermann. — Ergänzungsheft n° 32 : Die Zillerthaler Alpen*, etc., par C. Sonklar Edlem von Innstädten, in-4°, 61 p., 3 cartes ; Gotha, 1872 chez Justus Perthes.

De la part de M. T.-C. Winkler :

1° *Description d'un nouvel exemplaire de Pterodactylus micronyx*, du musée Teyler, in-4°, 16 p., 1 pl.; Harlem, 1870, chez les héritiers Loosjes ;

2° *Mémoire sur le Cœlacanthus Harlemensis*, in-4°, 16 p. 1 pl.; Harlem, 1871, chez les mêmes.

De la part du gouvernement du Canada, *Rapport des opérations de 1866 à 1869*, in-8°, 530 p., 8 pl.; 1871.

The quarterly Journal of the geological Society, t. XXVI et XXVII, 1870 et 1871; in-8°, Londres.

Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, t. XXIII, 1871; in-8°.

M. Tournouër donne lecture des deux notes suivantes :

Note sur les couches nummulitiques de Branchai et d'Allons (Basses-Alpes), par M. A. Garnier.

Le gisement de Branchai a été signalé dès 1833, par M. Fa-reto (1), qui y a indiqué un certain nombre de fossiles, cérithes, ampullaires, cythérées, polypiers, etc., dont l'ensemble forme une faune qu'il rapportait à celle des Diablerets ou plutôt à celle de la Mortela. M. Scipion Gras (2) en 1840, et M. d'Ar-chiac en 1850 (3) en ont également fait mention, mais sans signaler aucun fait nouveau, et on ne connaît pas encore au-jourd'hui la position de ces couches par rapport aux autres couches nummulitiques du département des Basses-Alpes.

Le petit ravin de Branchai, qui a donné lieu aux observations de M. Pareto, est ouvert dans le terrain tertiaire, sur la rive droite du Verdon; l'entrée du ravin est obstruée par des éboulis; après avoir dépassé ces éboulis, on observe (fig. 1) :

1° Poudingue à cailloux fortement impressionnés, paraissant tous pro-venir de la craie (on n'en voit que les dernières couches);

2° Environ 10 mètres de marnes argileuses, gris-jaunâtres et gris-bleues, sans fossiles;

3° Marnes à peu près semblables, avec grosses natices et une grande quantité de cérithes (*C. plicatum*, *C. hexagonum*, et très-rarement *C. ele-gans*);

4° Mêmes couches, avec mêmes cérithes, *Melania costellata*, petites na-tices, cythérées, huîtres et quelques rares polypiers;

5° Schistes noirs, charbonneux, sans fossiles, peu riches en combustible; quelques parties brûlent pourtant avec flamme;

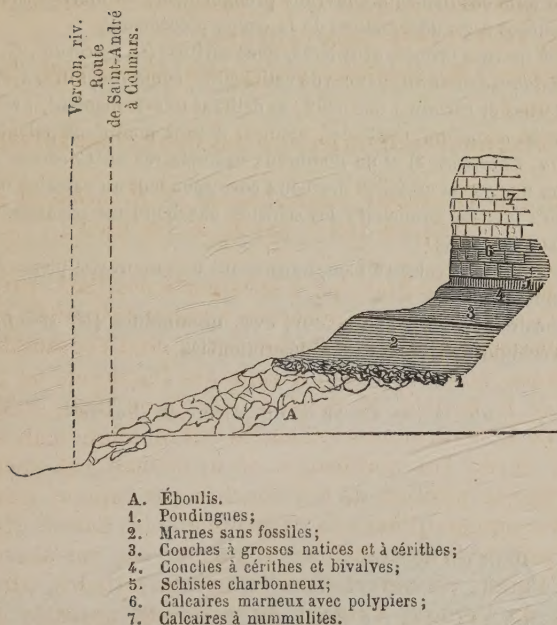
6° Calcaires marneux, avec cérithes, polypiers, etc.

(1) *Bull. Soc. géol.*, 1^{re} série, t. IV, p. 92; 1833.

(2) *Stat. minéral. du département des Basses-Alpes*, p. 114.

(3) *Hist. des progrès de la géol.*, t. III, p. 67.

Fig. 1. — Coupe du ravin de Branchai.



A partir de ces calcaires, le terrain s'élève en mur escarpé, ce qui rend difficile l'observation des couches suivantes. On les retrouve à quelques centaines de mètres en aval, dans une carrière ouverte sur le bord de la route qui longe le Verdon, et le long même de cette route qui entaille les couches tertiaires et la craie blanche qui lui sert de base. La craie consiste en bancs d'un calcaire bleu-clair, fin, à aspect lithographique; elle est très-pauvre en fossiles, sauf en spongiaires, qui abondent dans quelques bancs (1).

Au-dessus de la craie, on voit (fig. 2) :

(1) En dehors des spongiaires, les seuls fossiles que nous ayons rencontrés dans ces couches sont : un oursin toujours déformé et en partie privé de son test (*Micraster* ?); des fragments d'une grande bivalve à test fibreux; un individu entier (à Allons) et deux fragments (Saint-André et Saint-Benoît) de l'*Ammonites Pailletteanus* ? D'Orbigny cite au N.-E. de Saint-André : *Ananchytes ovata* et *Micraster coranguinum* (*Cours élément. de Paléont. strat.*, t. II, p. 670).

1° Des argiles sableuses, vert-claires, avec cordons de cailloux roulés, passant à la partie supérieure à un poudingue de 6 à 7 mètres d'épaisseur;

2° De forts éboulements couvrant probablement les marnes sans fossiles et les couches à grandes natices de la coupe précédente;

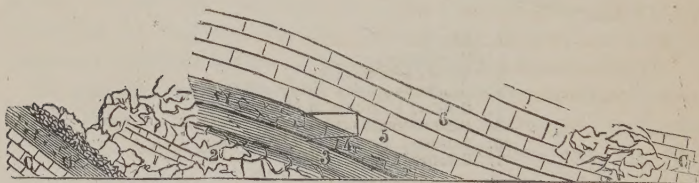
3° Des marnes brunes, grossières, avec cérithes (*C. plicatum*, *C. hexagonum*), *Melania costellata*, natices de petite taille, cythérées, huîtres, etc., etc.;

4° Marnes et calcaires marneux, se délitant très-facilement, avec mêmes cérithes, *M. costellata*, cythérées, lucines, d'assez nombreux polypiers (*Trochomilia*, *Cladocora* ?) et de nombreux exemplaires du *Cardium granulosum*. Ces marnes et calcaires marneux correspondent au calcaire marneux, n° 6, du ravin de Branchaï; les schistes charbonneux paraissent ne pas exister sur ce point;

5° Gros banc de calcaire bleu, fournissant une mauvaise pierre de taille, peu fossilifère;

6° Calcaire gris ou bleuâtre, dur, avec nummulites (*N. striata*), fragments d'échinides et de peignes indéterminables.

Fig. 2. — Coupe de la carrière de Branchaï.



C. Couches crétacées.

1. Argiles sableuses et poudingues;

2. Eboulis;

3. Marnes à cérithes et bivalves;

4. Marnes et calcaires à cérithes, cythérées et polypiers;

5. Calcaire exploité pour construction;

6. Calcaire à nummulites.

Après ces calcaires, la série tertiaire est interrompue par le retour de la craie; leur épaisseur est d'une dizaine de mètres; l'épaisseur des couches sans nummulites, y compris les argiles et poudingues, est d'environ 35 mètres.

Nous trouvons donc à Branchaï, à partir de la craie :

1° Des argiles et poudingues à la base;

2° Des marnes avec cérithes, natices, cythérées, huîtres, etc., sans nummulites;

3° Des schistes avec traces de charbon;

4° Des calcaires marneux, avec mêmes fossiles, *Cardium granulosum* et polypiers, sans nummulites;

5° Des calcaires durs à nummulites.

Si on compare cette coupe avec celle qu'a donnée M. Lory (1) du terrain tertiaire de la montagne des Combes, près Saint-Bonnet, on peut voir qu'elle n'est pas sans analogie avec cette dernière, en la restreignant aux couches 1 à 5. La seule différence essentielle est qu'aux Combes il y a mélange des nummulites et des polypiers, tandis qu'à Branchaï les polypiers et les nummulites sont dans des couches, contiguës il est vrai, mais distinctes; en outre, les polypiers ne sont pas seuls, mais associés à des gastéropodes et à des bivalves.

Cette analogie se remarque également au point de vue des fossiles, bien que la faune de Branchaï soit beaucoup moins riche en espèces que celle des Hautes-Alpes. J'ai cru reconnaître dans ces couches des rapports étroits avec celles de Saint-Bonnet et des Diablerets, et pour être mieux fixé sur la valeur paléontologique de la faune de Branchaï, j'ai adressé les échantillons de cette dernière localité à M. Tournouër, qui a bien voulu me donner les déterminations suivantes :

Natica Vapincana, d'Orb.,

— *Picteti*, Hébert, (1 mauvais moule),

Diastoma costellatum, Lam.,

Cerithium plicatum, Brug., var.,

— *Castellini*, Hébert, *olim*, non Brongn.,

— *Diaboli*, Brongn. (*trochleare*, Hébert. Rnv.),

— *elegans*, Desh.?, in Hébert. Rnv.,

Lucina globulosa, Desh.?, in Hébert. Rnv.,

Cytherea Villanovæ, Desh.,

Cardium granulosum, ou *Rouyanum*, d'Orb.?,

Anomia, sp.?, in Hébert. Rnv.,

Ostrea cyathula, Lam.?, in Hébert. Rnv.,

« Les déterminations sont à revoir, » m'écrit M. Tournouër, » mais les espèces ainsi nommées existent des deux côtés. »

Sur cette liste de onze espèces déterminées, pas une seule ne manque sur la liste donnée par MM. Hébert et Renevier (2). Or, ces onze espèces sont, en dehors des polypiers, à peu près tout ce que j'ai recueilli à Branchaï; elles me paraissent ne devoir laisser aucun doute sur l'identité des deux faunes; on a donc à Branchaï un nouveau point de ces dépôts à faune

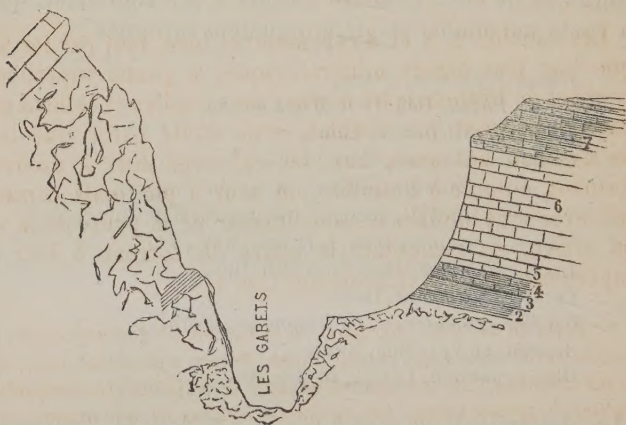
(1) *Description géologique du Dauphiné*, p. 468.

(2) *Description des foss. du terr. nummulit. supér. des environs de Gap, des Diablerets, etc.*; 1854.

littorale, qui ont signalé la première apparition de la mer nummulitique dans les Alpes.

Mais le principal intérêt des couches de Branchaï consiste en ce qu'au lieu de supporter des couches sans fossiles, comme aux Diablerets, ou des couches sans fossiles puis les grès mouchetés, comme à Saint-Bonnet, elles sont, au contraire, surmontées par de puissantes assises nummulitiques très-con nues (couches à orbitoïdes), dont l'épaisseur, quand elles sont complètes, atteint près d'une centaine de mètres, et qui alors sont recouvertes par les grès d'Annot, considérés comme le commencement du flysch (1). A Branchaï, cette superposition est difficile à constater, à cause de l'escarpement et des bouleversements du terrain, mais elle se voit nettement à Allons. Si,

Fig. 3. — Coupe d'un ravin sur la rive droite du torrent des Garets.



1. Poudingue;
2. Marnes à cérithes et bivalves;
- 3 et 4. Marnes et calcaires à cérithes, bivalves et polypiers;
5. Calcaires à pernes;
6. Calcaires à nummulites;
7. Calcaires marneux à orbitoïdes.

à Branchaï, on jette les yeux sur la rive gauche du Verdon, on peut remarquer sur les berges à pic toute la série dont nous venons de parler, et on peut la suivre pendant environ un kilomètre, en descendant le cours de la rivière jusqu'au pont qui

(1) D'Archiac, *Hist. des pr. de la géol.*, t. III, p. 67.

conduit dans la vallée d'Allons. Après avoir franchi ce pont et pénétré dans la vallée, en suivant la rive droite du torrent des Garets, on arrive à un petit pli de terrain où l'on retrouve les couches de Branchaï. On y voit (fig. 3) :

- 1° En face, sur la berge opposée, le poudingue;
Dans le ravin même;
- 2° Marnes schisteuses, brunâtres, avec petites natices, *Cerithium plicatum*, *C. hexagonum*?, empreintes de *Cytherea Villanova*, *Ostrea cyathula*?;
- 3° Marnes bleues, pétries de cérithes, qui passent à;
- 4° Un calcaire marneux, avec cérithes, polypiers et nombreuses coupes de grosses bivalves (*Lucina Coquandi*);
- 5° Calcaires gris, plus durs, avec quelques fragments de peignes, *Cardium* et pernes?;
- 6° Calcaires durs, gris, jaunâtres ou bleus, avec nummulites, et sur quelques points cérithes et polypiers.

Les couches 2, 3 et 4 représentent bien, tant par les fossiles que par leur nature minéralogique, la partie supérieure des couches de Branchaï; les marnes sans fossiles et celles à grosses natices ne sont pas visibles, sans doute parce que le ravin ne descend pas assez bas; les calcaires durs à nummulites forment, comme à Branchaï, un mur à pic, mais comme ces calcaires sont inclinés en sens inverse de la pente de la vallée, on arrive, en remontant le cours du torrent, à leur partie supérieure, et on voit au-dessus (fig. 4) :

7° Série de calcaires marneux, avec moules de gastéropodes et surtout de bivalves (*Pholadomya Puschi*, *Solen*, *Pecten*, *Spondylus*, etc.), oursins, et sur certains points une énorme quantité de polypiers (*Trochocyathus*, *Cyclolites* de grande taille). Les premières couches ne renferment guère que de petites nummulites (*N. striata*?), mais toutes les autres se chargent bientôt de nombreuses orbitoïdes (*O. submedia*), et surtout d'*Operculina ammonaea*.

8° Marnes argileuses, gris-bleues, avec *Orbitoides submedia*, *Nummulites striata*?, une prodigieuse quantité d'*Operculina ammonaea*, gastéropodes de petite taille (une tornatelle abonde à la partie supérieure), polypiers (*Trochocyathus Pyrenaicus*, *Flabellum*, *Cyclolites*), et enfin, très-rarement, *Serpula spirulæa*. Ces marnes, qui sont très-friables, ont une épaisseur très-variable suivant le point sur lequel on les examine; elles finissent par ne plus renfermer de fossiles, et vont buter, sur le flanc oriental de la vallée, contre les couches crétacées qui reparaissent par suite d'une forte dislocation.

Fig. 4. — Disposition des couches nummulitiques au débouché de la gorge des Garets.



- C. Gralle.
 6. Calcaires à nummulites;
 7. Calcaires marneux à orbitoïdes et operculines;
 8. Marnes bleues à orbitoïdes, operculines et *Serpula spirulæa*;
 8^a Couches à tornatelles;
 8^b Marnes bleues sans fossiles.

Les coupes combinées de Branchai et d'Allens donnent donc, de haut en bas, la succession de couches suivante :

- | | | | | |
|---|----------------------|---------------|---|---|
| A | Couches supérieures, | à nummulites. | { | 1° Marnes argileuses avec nummulites, operculines, <i>Serpula spirulæa</i> ;
2° Calcaires marneux, avec nummulites, orbitoïdes, operculines (1);
3° Calcaires durs, à nummulites. |
|---|----------------------|---------------|---|---|

(1) M. d'Archiac cite déjà dans ces couches la *S. spirulæa*, à Rouaine. *Op. cit.*, p. 66.

- | | | |
|---|---|--|
| <p>B</p> <p>Couches inférieures,
sans nummulites.</p> | { | <p>4° Calcaires marneux, avec mollusques et polypiers,
sans nummulites ;</p> <p>5° Marnes argileuses, avec natices, cérithes, cythérées, etc., sans nummulites ;</p> <p>6° Marnes argileuses, sans fossiles ;</p> <p>7° Poudingue.</p> |
|---|---|--|

Les couches inférieures, B, sans nummulites, paraissent être un dépôt local; je ne les ai observées que sur trois points : à Branchai, à Allons et à Argens, à 3 kilomètres seulement de Branchai. Ces trois points sont situés à l'extrémité sud du grand dépôt nummulitique de la vallée du Verdon; ils figureraient donc l'emplacement d'un petit bassin dans lequel se serait déposée une faune sans nummulites, dès le début de l'invasion de la mer dans cette région.

Les couches supérieures, A, avec nummulites, sont au contraire le dépôt normal des Basses-Alpes. Ce sont les couches de Rouaine et d'Annot décrites par M. d'Archiac (1) et signalées par lui dans les bassins du Verdon et du Var, à Méailles, au Fugeret, à Saint-Benoît, à Entrevaux, etc. Elles représentent, sans aucun doute, les couches à *Serpula spirulæa* de Priabona dans le Vicentin, et de la côte des Basques à Biarritz. Il en résulterait donc que dans les Basses-Alpes, ces couches à cérithes, sans nummulites, seraient inférieures à des couches éocènes.

Un tel résultat a lieu de surprendre, puisque dans l'état actuel de la science on est d'accord pour placer les couches similaires du Valais, de la Savoie et des Hautes-Alpes, à un niveau bien plus élevé. Nous avons donc recherché avec soin sur un grand nombre de points, si nous ne retrouverions pas, quelque part, la faune à cérithes à la partie supérieure. Or, partout, nous avons retrouvé invariablement, sauf à Barrême, les couches à orbitoïdes à la partie supérieure, soit qu'elles terminent la série tertiaire, soit qu'elles se continuent par des marnes sans fossiles recouvertes par les grès d'Annot.

A Barrême, on trouve les calcaires marneux avec nummulites, sans traces d'orbitoïdes et d'operculines, surmontés par les marnes bleues, ici sans fossiles. Ces couches se continuent d'abord par les schistes gréseux, puis par des argiles avec tarets et des grès à *Natica crassatina*. Nous n'avons rien

(1) D'Archiac, *op. cit.*, p. 64 et suiv.

trouvé dans cette série qui rappelât la faune de Branchaï, sauf la *Melania costellata*?, qui paraît exister dans toutes les couches.

Dans la vallée de l'Ubaye, les dépôts nummulitiques ont un aspect tout différent de celui des vallées du Var et du Verdon. Au Lauzet, on voit au-dessus de schistes gris crétacés, des calcaires noir-foncés, avec nummulites, rappelant tout à fait les calcaires à nummulites que l'on observe sur les bords de la Durance, entre Pontis et Savines, et, plus au nord, à la descente du chemin de la Bessée à Vallouise. Au-dessus de ces calcaires, sont des calcaires durs et des schistes empâtant de nombreux gastéropodes, des moules de peignes, qui existent aussi à Allons, à Annot, etc., quelques polypiers, de petites nummulites, l'*Operculina ammonica*, l'*Orbitoides radians*, et une grande quantité d'*Orbitoides sella*, espèce également très-abondante à Annot et à Entrevaux, dans les marnes à orbitoïdes et à *Serpula spirulæa*. Ces deux assises fossilifères forment, dans cette localité, toute la série nummulitique. Elles sont recouvertes par des grès et des schistes calcaires à *Myrianites*. Ainsi donc ici encore, malgré la grande différence de faciès, on retrouve des couches disposées dans le même ordre que dans les bassins du Verdon et du Var, et présentant des faunes analogues.

Note sur les fossiles tertiaires des Basses-Alpes, recueillis par M. Garnier, par M. Tournouër (Pl. V, VI et VII).

A l'appui de la note que je viens d'avoir l'honneur de communiquer à la Société, M. Garnier m'avait adressé une série de fossiles correspondant aux diverses assises dont il a étudié la position stratigraphique. Une première étude que j'ai faite de ces fossiles me permet de donner un complément paléontologique aux indications déjà contenues dans ce travail, dont je n'ai pas besoin de faire ressortir l'intérêt au point de vue de la classification des terrains tertiaires du Midi, et en particulier de l'âge qu'il faut assigner à la faune classique des Diablerets. Je suivrai, dans l'énumération de ces fossiles, l'ordre même du travail de M. Garnier, qui est en même temps l'ordre stratigraphique de bas en haut; et l'intérêt de la question engagée m'obligera à donner quelques détails critiques sur plusieurs espèces, et particulièrement sur celles des deux faunes extrêmes de la série, c'est-à-dire Branchaï et Barrême.

§ 1^{er}. — *Fossiles de Branchaï*.

Natica Vapincana, d'Orb. — Cette espèce, créée par d'Orbigny pour une grosse natices commune à Gap et aux Diablerets (la Cordaz), me paraît avoir été mal à propos abandonnée par MM. Hébert et Renevier (*Foss. numm. supér.*, 1854), qui l'ont absorbée dans la *N. angustata*, Grat., de Gaas, trop largement comprise. Elle est peut-être plus voisine de la *N. Vulcani*, Brongn., de Roncà, et elle se distingue de l'espèce oligocène du S.-O. de la France et du Vicentin, par des tours de spire moins ronds, moins détachés, non canaliculés à la suture, par une columelle extrêmement forte et plus droite, moins obliquement dirigée, etc. Je n'hésite pas à rapporter à la *N. Vapincana* un très-bel échantillon de Branchaï, qui me paraît identique à des échantillons bien conservés de la Cordaz.

N. Picteti, Hébr. Rnv. — D'après plusieurs échantillons en mauvais état, mais suffisants cependant pour reconnaître l'espèce de Saint-Bonnet. c.

N. Parisiensis, d'Orb. (*N. Studeri*, Quenst., in Hébr. Rnv.). — Un seul échantillon.

Melania costellata, Lam., var. ? — Nombreux et grands fragments d'échantillons tout semblables à ceux des Diablerets, remarquables par le nombre et la force des côtes et des varices longitudinales, par la constance de stries très-marquées à la base de la coquille, etc.; c'est au moins une variété *Alpina* de la *M. costellata* du Nord. Rien de commun, d'ailleurs, avec la var. *Roncana*, Brongn., qui n'est pas de Roncà, mais des couches oligocènes de San-Gonini, ni avec la *Grateloupi*, d'Orb., de Gaas, qui est la même chose, et qui se distinguent de celle-ci précisément par l'effacement des côtes longitudinales, par une taille bien moindre, etc.

Je ne connais pas l'ouverture entière de la coquille que j'ai en vue (Pl. V, fig. 4).

M. semi-decussata, Lam. ? — Deux petits échantillons incomplets, de forme très-étroite, subulée; l'un avec de petites côtes longitudinales très-marquées; l'autre ayant la surface uniformément et finement treillisée. Ces deux formes rentrent dans la série des variétés très-nombreuses offertes par une petite mélanie très-commune aux Diablerets, et que MM. Hébert et Renevier ont rattachée, par l'intermédiaire d'une forme plus grosse et plus voisine du type, à la *Melania semi-decussata* des sables de Fontainebleau. Celle-ci est, en effet, tellement variable que ce rapprochement peut être légitime; mais ce qui est certain, du moins, c'est que les formes de Branchaï sont fort éloignées du type oligocène et tout à fait voisines de certaines formes des Diablerets (1).

(1) MM. Vélain et Hollande ont recueilli en abondance, à la Colle-Saint-Michel, près Escragnoles (Var), dans un gisement qui appartient, sans

Cerithium plicatum, Brug., var. *Alpina*. — C'est le plus commun des cérites de Branchai. Les individus me paraissent identiques à ceux de Gap et des Diablerets, et les uns et les autres constituent une variété particulière du *plicatum* de Bruguière, dont le type doit être pris, comme l'a rappelé M. Matheron, dans les cérites des marnes bleues de Montpellier (falun de Bazas, étage aquitainien, May.). Cette variété-ci, dont M. Vélain a rapporté d'excellents échantillons, est très-riche, très-ornée : demi-granuleuse et demi-plissée, c'est de la variété oligocène figurée par M. Sandberger (*Mainz. tert. beck.*, pl. IX, fig. 4), sous le nom de var. *intermedium*, qu'elle se rapproche le plus ; mais dans les échantillons des Alpes les demi-plis de chaque tour sont plus accentués encore, et ont une tendance à passer à de simples tubercules plissés en travers et très-saillants. Je ne crois pas que cette variété d'un type qui se poursuit jusque dans les faluns de Saucats, se retrouve exactement à aucun autre niveau ; et en dehors des Alpes, je ne la connais que dans les calcaires de Siest, près de Dax, que je mets sur le même horizon. — Le cérite du calcaire grossier supérieur que M. Hébert a cité comme *plicatum*, et qui lui ressemble en effet singulièrement, n'appartient pas à la variété tuberculeuse des Alpes (Pl. V, fig. 10).

C. trochleare, Lam. (Héb. Rnv., loc. cit., pl. I, fig. 7^e) (Pl. V, fig. 7 et 8) ;

— var. *Diaboli*, Brongn. (Héb. Rnv., pl. I, fig. 7^e) (Pl. V, fig. 9) ;

Ces deux formes de cérites, dont la seconde est plus commune que l'autre à Branchai, sont celles des Diablerets. Je dois dire que je prends comme figure vraie du *C. Diaboli* la figure citée ci-dessus, de MM. Hébert et Renevier, plutôt que celle de Brongniart même (*Vic.*, pl. VI, fig. 19). D'après tous les échantillons que j'ai vus, j'ai la conviction que cette dernière figure, qui a été composée « en réunissant les parties bien conservées de plusieurs échantillons, » est fausse, et que la constitution de chaque tour de la coquille a été mal interprétée par le dessinateur et par Brongniart lui-même, qui dit à tort que la rangée médiane transversale est généralement plus forte que les deux marginales : c'est le contraire qui est vrai (1). Je

doute, au niveau qui nous occupe, et où les fossiles, peu nombreux, sont remarquablement bien conservés, une mélanie que je rapporte avec certitude à une variété, généralement plus étroite que le type, de la *Melania lactea*, Brug., dont les premiers tours sont fortement côtelés et striés en travers. Cette variété se retrouve presque identique dans les sables moyens de Ver et d'Erménonville, et elle forme comme le passage, à l'état jeune, de la *M. lactea* à la *M. semi-decussata* de l'oligocène (Pl. V, fig. 2).

(1) V. à ce sujet la note de MM. Hébert et Renevier, loc. cit., p. 39. Si je reviens sur ce détail, c'est parce que, postérieurement à cette note, M. Deshayes s'est encore référé (*Descript.*, t. III, p. 130 ; 1864) à cette figure de Brongniart, dont, à mon sens, il ne faut pas tenir compte. Le prin-

dirai du *trochleare* des Alpes ce que j'ai dit du *plicatum*; c'est que malgré l'extrême variété de ces deux types, si intéressants à suivre dans leur développement stratigraphique et dans leur polymorphisme local, je ne crois pas qu'on trouve identiquement à un autre niveau les variétés particulières des Alpes. Cependant la variété alpine 7° est représentée dans l'oligocène de Paris par la var. 7^a de Neuilly-sous-Chars, qui est seulement plus effacée, et dans celui de Gaas par une variété voisine, qui est, au contraire, remarquable par l'exagération de ses caractères. Quant au *Diaboli* proprement dit, on a justement remarqué que c'est la forme des sables supérieurs d'Ormoy (Héb. Rnv., fig. 7^a) qui en est la plus rapprochée, et il y a là une sorte d'atavisme, après les déviations extrêmes du type que l'on observe dans les couches intermédiaires de Morigny et déjà dans les couches inférieures d'Étampes. Cette forme d'Ormoy se trouve d'ailleurs abondante et magnifique à Gaas, d'où je ne m'explique pas pourquoi M. Deshayes l'a exclue; suivant en cela, sans doute, d'Orbigny, qui avait commis à son égard la double erreur de la distinguer comme espèce sous le nom de *Burdigalinum*, qui doit disparaître, et de l'inscrire dans son étage falunien B, où elle n'existe pas.

C. hexagonum (*sensu restricto*). — Commun, identique à celui des Diablerets, de Gap, etc. — Ce cérîte, de taille assez petite (0,30^m environ), à six pans, avec six côtes longitudinales bien régulières et quatre rangées transversales de granulations à chaque tour, doit être distingué des autres espèces polygonales voisines, comme M. Hébert l'a reconnu récemment (*Bull.*, 2^e série, t. XXIII). En effet, ce n'est ni le *C. Castellini*, Brongn., de Roncà, qui a sept pans, et qui n'est pas même un cérîte (*Melania? vulcanica*, Schlot.), ni le *pentagonatum*, Schlot. (*C. Maraschini*, Brongn.), de Roncà également, qui a cinq pans et trois rangées de granulations transversales

cipe de l'ornementation du *trochleare* est celui-ci : deux rangées marginales et égales, à chaque tour, de granulations séparées par une rangée médiane plus petite, qui tend à s'effacer et qui disparaît même complètement dans les variétés à deux carènes, crénelées ou lisses, de Jeures et de Morigny (7^a et 7^b, etc.), ou dans les variétés alvéolées (7^c, 7^d, etc.). Dans la variété *Diaboli* des Alpes, les deux rangées marginales sont très généralement égales et les granulations très-fortes, plus fortes que partout ailleurs. Quand c'est la rangée du côté antérieur de la coquille qui domine, on a la var. 7^a de Jeures. Quand c'est, au contraire, la rangée du côté postérieur qui tend à dominer, on a (  Jeures et à Gaas) des variétés qui mènent, comme l'ont dit MM. Hébert et Renevier, jusqu'au *conjunctum*, Desh., qui revient à Ormoy, par quelques autres formes intermédiaires plus près du type *Diaboli*. Mais toutes ces variétés ne conduisent pas pour moi jusqu'au *margaritaceum*, qui en reste toujours distinct par une base arrondie, non limitée par une car ne, tandis que je l'ai toujours vue plate et subcar n e dans toutes les variétés du *trochleare*, etc.

seulement, ni l'*angulatum*, Brander, de Paris et de Barton (*C. hexagonum*, Brug., Lam., Desh., etc., *olim*), qui a cinq ou six pans, et auquel le précédent ressemble beaucoup. Je crois donc que l'on peut maintenant sans inconvénient, par suite de la critique synonymique ci-dessus, reprendre exclusivement pour le cérite polygoné de l'horizon des Diablerets, le nom ancien et connu de *C. hexagonum*, Chemn., qui est devenu sans emploi, et qui lui convient parfaitement. Peut-être le *polygonum*, Leymerie, des Pyrénées, devra-t-il lui être réuni? En tout cas, dans la région pyrénéenne, je puis signaler la présence de l'*hexagonum* des Alpes dans les calcaires déjà cités de Siest, où ses empreintes sont très-nombreuses et associées à celles du *plicatum* (Pl. V, fig. 6.)

C. elegans, Desh.? (1) — Assez commun à Branchaï, semblable au cérite des Diablerets, etc., ainsi nommé. Espèce difficile d'ailleurs à limiter, difficile surtout à étudier sur des échantillons incomplets ou mal conservés. Ceux de Branchaï sont assez petits, courts, coniques, offrant à chaque tour quatre rangs serrés et assez uniformes de granulations, dont le rang postérieur cependant est généralement le plus fort. — Des fragments excellents, recueillis par MM. Vélain et Hollande à la Colle-Saint-Michel, se rapportent à une variété fréquente dans les Alpes, où les granulations des deux rangées marginales deviennent très-fortes, tuberculeuses, dentiformes même du côté postérieur; cette variété du type *elegans* sera pour nous la var. *Alpina* (Pl. V, fig. 4).

C. elegans? var. — Un seul échantillon, de Branchaï, incomplet, présente à chaque tour quatre ou cinq sillons à peine granuleux, et un dernier rang d'épines espacées vers la suture; variété extrême de l'*elegans*.

C., sp.? — Un seul échantillon, bouche incomplète, d'un petit cérite du groupe des petites espèces bucciniformes, strié transversalement, et qui me paraît se distinguer des autres par l'existence de cinq ou six côtes irrégulières qui traversent obliquement la coquille sur toute sa longueur.

Ostrea cyathula, Lam.?? — Petite huître commune à Branchaï, mais en mauvais état. Les plis de la valve supérieure sont trop serrés et trop nombreux pour que je rapporte avec certitude cette coquille à l'*O. cyathula* des sables inférieurs de Fontainebleau.

Anomia. — Indéterminable spécifiquement.

(1) Rigoureusement, ce cérite doit changer de nom. M. Weinkauff a ait remarquer, en effet (*Mittelm.*, 1864), que le nom d'*elegans*, donné par de Blainville à un petit cérite vivant de la Méditerranée, ordinairement désigné sous le nom de *C. lacteum*, avait la priorité sur le même nom donné par M. Deshayes au cérite fossile de l'oligocène.

Cardium Rouyanum, d'Orb. ? — Moules communs à Branchai, et semblables à ceux de Gap et des Diablerets.

Lucina globulosa, Desh. ? — Petite espèce globuleuse, se rapportant très-bien à la figure de la coquille donnée par MM. Hébert et Renevier sous le nom de *L. globulosa*, Desh.; mais cette attribution, faite à l'aide d'un seul échantillon dont la charnière était inconnue, me paraît encore fort douteuse; la lucine de Branchai est conforme à celle de Saint-Bonnet, et l'une et l'autre diffèrent certainement de l'espèce oligocène de Gaas, ou miocène (aquitaniennne) de Saint-Avit et Martillac, que je connais bien, non-seulement par une taille infiniment moindre, mais encore par la forme générale. Celle-ci, dans l'espèce des Alpes, est régulièrement subovale et presque équilatérale, tandis que dans la coquille de Gaas et de Bordeaux, les crochets sont très-sensiblement portés en avant, et le côté postérieur de la charnière beaucoup plus développé, presque rectiligne, de façon à donner à cette partie de la coquille une apparence subquadrangulaire.

L., n. sp. ? — Petite espèce plate, transverse, très-inéquilatérale; ornée de plis serrés, concentriques, très-réguliers, reliés entre eux par de petites lames verticales, comme dans les *Corbis*. Un seul échantillon, trop incomplet pour que je me détermine à lui donner un nom d'espèce. Je n'en connais d'ailleurs que la surface extérieure.

Cytherea Villanova, Desh. — Espèce très-commune à Branchai, et très-semblable à celle des Hautes-Alpes et des Alpes bernoises.

Trochosmia? *irregularis*, Desh. — Id.

Astrocænia contorta, Leym. — Id.

? *Caryophyllia*...

Nummulites striata, Brug. (dans le calcaire à nummulites).

§ II. — Fossiles de la série d'Allons.

1° Couches inférieures du torrent des Garets, correspondant aux couches de Branchai (Couches 2, 3, 4 et 5 de la coupe n° 3 de M. Garnier).

Couches 2 et 3. — *Natica Studeri*?, en très-mauvais état, c. c.

— *Picteti*?, en très-mauvais état, r.

Cerithium plicatum, variété de Branchai, c. c.

— *hexagonum*, r.

— *Diaboli*, r.

Cytherea Villanova, r.

Ostrea, sp? (ce n'est certainement pas la *cyathula*), c. c.

Trochosmia? *irregularis*.

C'est dans la couche n° 3 que M. Garnier a recueilli deux échantillons que, malgré leur état incomplet, je n'hésite pas à rapporter

au *Cyclostoma mumia*, Lam. Ce serait tout au plus une variété, très-fortement striée transversalement, de ce type, qu'il est intéressant de signaler dans le nummulitique des Alpes et à ce niveau (1) (Pl. VI, fig. 1).

Couche n° 4. — M. Garnier y signale de nombreuses coupes de la grande *Lucina Coquandiana*, d'Orb., ou *L. Corbarica*, var. *regularis*, Leym., belle espèce du nummulitique des Corbières (Leymerie), de l'Ariège (Pouech in d'Arch.), et signalée déjà par d'Orbigny dans la vallée du Verdon. M. Garnier m'en a communiqué un magnifique exemplaire.

De la même couche, avec le *Cardium Rouyanum*, il faut noter un grand *Strombus*, en assez mauvais état, que je n'hésite guère cependant à rapporter au *Str. auricularius*, Grat., espèce commune à Gaas et à Castel-Gomberto. Je crois d'ailleurs l'avoir vue de Gap (collection Rouy).

Couche n° 5. — Cette couche est caractérisée par la présence d'une petite perne, que je crois nouvelle, et que j'appellerai *Perna Garnieri* (2) (Pl. VI, fig. 2).

(1) MM. Hébert et Renevier ont figuré, sous le nom de *Rissoa Carolina*, une coquille qui, d'après le texte, « a beaucoup d'analogie avec le *Cyclostoma mumia*, » mais qui, d'après la figure, ne serait ni un *Cyclostoma* ni une *Rissoa*, mais plutôt une *Melania* ?.

(2) Cette perne d'Allons m'a particulièrement frappé, parce que j'y ai reconnu de suite une espèce que j'ai recueillie, depuis fort longtemps, dans les calcaires de Siest et d'Oryst, près de Dax, que j'ai déjà cités plusieurs fois en énumérant les fossiles de Branchai ; calcaires dont je n'ai pas encore parlé dans mes notes sur le S.-O., parce que leur position stratigraphique est assez obscure, et parce que la faune dont ils conservent les débris ou les empreintes m'embarassait paléontologiquement, je l'avoue. Je n'hésite plus maintenant à les mettre sur le niveau des couches d'Allons et des Diablerets. Car, outre cette *Perna* caractéristique, et sans parler des moules peu déterminables de grosses natices et de grands strombes, ils présentent de nombreuses et excellentes empreintes du *Cerithium hexagonum* et du *C. plicatum* des Alpes, comme je l'ai dit, d'un *Potamides lapidum*, var., d'une petite *Deshayesia*, de la *Lucina globulosa*, etc., associées à de très-beaux échantillons d'une belle lucine, que je ne peux pas distinguer extérieurement de la *L. mutabilis* du calcaire grossier, etc.

Il faudra mettre aussi sans doute sur le même niveau géologique, si ce n'est au-dessous, les calcaires des carrières du Luc, près de Gaas, dont j'ai parlé incidemment (*Bull.*, 2^e série, t. XX, p. 653), et qui m'ont fourni des moules d'un énorme *Cerithium*, des empreintes d'une grosse naticque que j'avais rapportée à l'*angustata*, mais qui doivent revenir très-probablement à la *Vapincana*, *Fimbria lamellosa*?, etc., avec *Ostrea vulselloformis*,

« Petite espèce, subquadrangulaire, mesurant 40-50 mill. de hauteur sur 35-40 de largeur. Charnière ayant seulement 6-7 dents égales aux intervalles qui les séparent; côté antérieur de la coquille replié près de la charnière, comme dans la *Perna ephippium*, Lin., vivante, que l'espèce fossile rappelle en petit. »

2° Couches moyennes (correspondant aux n^{os} 6, 7 et 8, de la coupe 4 de M. Garnier) surmontant la grande assise du calcaire à nummulites.

Operculina ammonica, Leym.

Orbitoides submedia, d'Arch.

Nummulites Ramondi, DeFr.?

Trochosmilina? — Belle espèce, aussi grande que le *Tr. multisinuosa*, Haime, de Nice, mais qui me paraît s'en distinguer par les côtes extérieures qui sont disposées ainsi, par étages : deux côtes saillantes, renfermant une côte médiane plus courte, séparée elle-même des deux autres par deux ou trois côtes plus petites encore et plus fines.

? *Trochosmilina irregularis*, Desh.

— *grandis*, d'Orb.?

Montlivaultia?

Trochocyathus Allonsensis, n. sp. (Pl. VI, fig. 3).

Flabellum appendiculatum, Brongn. — Espèce de San-Gonini, etc.

Cyclolites Heberti, n. sp. (Pl. VI, fig. 4).

Cyclolites Garnieri, n. sp. (Pl. VI, fig. 5).

Cycloseris, n. sp.? — De la taille du *C. lenticularis*, d'Arch., de Biarritz, dont il diffère par sa face inférieure, où tous les rayons, minces et granuleux, sont parfaitement visibles jusqu'à la plaquette centrale d'adhérence, qui forme comme un bouton calcaire ou petit mamelon granuleux. Malheureusement la face supérieure ne m'est que très-imparfaitement connue.

? *Balanophyllia*, cfr. *B. geniculata*, d'Arch.

Liopedina, sp.? (*Chrysomelon*, Fuchs). — Échantillon malheureusement en très-mauvais état, appartenant à ce genre curieux dont M. Fuchs a décrit deux nouvelles espèces des calcaires de Lonigo, dans le Vicentin (zone à *Euspatangus ornatus*).

Cyphosoma, cfr. *C. Pellati*, Cott.? — En mauvais état; espèce de Biarritz.

* *Echinolampas similis*, Ag.? — Id.

d'Arch., *Dictyaræa elegans*, *Trochosmilina*, etc.; calcaires que j'avais rapprochés à tort du niveau de Gaas.

Je crois maintenant que ces divers calcaires de Siest, d'Oryst et du Luc?, nous donnent, dans le bassin de l'Adour, le niveau des couches de Gap et des Diablerets.

Schizaster, sp.? — De la taille et de l'épaisseur du *Sch. rimosus*, Ag.

Euspatangus, sp.? — Cfr. *E. Desmoulinsi*, Cott. ?, de Biarritz.

Breynia?

Solen, cfr. *S. obliquus*, Sow. — Autant du moins qu'on peut en juger par la surface extérieure, la seule qui me soit connue. Espèce du calcaire grossier et des sables moyens.

Pholadomya Puschi, Goldf.

Panopæa Castellammensis, d'Orb.

Mytilus subobtus, d'Arch. ? Espèce du nummulitique des Indes.

Lucina Coquandiana, d'Orb. — Nummul. des Pyrénées.

Pecten, cfr. *P. suborbicularis*, Münster.

Ostrea Martinsi, d'Arch. — Nummul. des Pyrénées, de Biarritz, du Vicentin.

Bulla, sp.? — Espèce fortement striée, de la taille du *Scaphander For-tisi*.

Solarium, n. sp.? — Petite espèce très-fortement bicarénée inférieurement.

Melania costellata, Lam., var. très-granuleuse, comme celles de Biarritz.

Natica sigaretina, Lam.

Turritella imbricata, Lam. — Citée des Essets, des Diablerets, etc.

Cypræa. — Du groupe de la *C. elegans*, Defr., citée de Faudon et d'An-celle.

3^e Couches supérieures (couche à tornatelles, 8^e de la coupe 4 de M. Garnier).

Flabellum Pyrenaicum, Mich. — Espèce de Biarritz, de l'Ariège, de Nice, etc.

Trochocyathus Renevieri, n. sp. (Pl. VI, fig. 9).

Pentacrinus Alpinus, d'Orb. ? — Fragment d'une tige de petit diamètre, à articles lisses.

Septaria Tarbelliana, d'Arch. — Espèce du phare de Biarritz.

Crassatella, sp.? — Grande et belle espèce que je crois nouvelle; plus triangulaire, le côté antérieur beaucoup plus court, l'angle du côté postérieur beaucoup plus accusé que dans la *plumbea*, la *Tallavignesi*, ou autres espèces voisines. Un seul échantillon mutilé postérieurement.

Stalagmium grande, Bell. — D'après un échantillon entier et deux charnières. La coquille d'Allons a la charnière moins droite que celle de Nice. Les autres caractères semblent conformes (Pl. VI, fig. 8).

Serpulorbis, sp. ?

Dentalium, sp. ?

Melania costellata, Lam., var. très-cancellée, voisine de celles des Basses-Pyrénées.

Niso, sp.?

Tornatella, cfr. *T. simulata*, Brand. — Je crois pouvoir affirmer l'identité de la tornatelle d'Allons avec celle de Barton, bien que je n'en connaisse pas encore la bouche entière. Mais la taille, la forme générale, l'ornementation particulière du dernier tour et de ses sillons crénelés, sont les mêmes (Pl. VI, fig. 6).

Natica subcæpacea, d'Orb. — Espèce à spire plus déprimée que la *N. cæpacea* de Paris; citée à Faudon et Saint-André-de-Méoulles, dans les Basses-Alpes.

Fusus Japeti, n. sp. — Espèce voisine du *F. Noæ*, Chemnitz, à bourrelet sutural très-épais et très-marqué, que j'ai trouvée dans les marnes à *Serpula spirulæa* de Peyrehorade (Basses-Pyrénées). Le *F. Noæ*, ou une espèce très-voisine, est cité des Diablerets (M. Renevier) et des marnes à *Serpula spirulæa* du Vicentin (M. Bayan) (Pl. VI, fig. 7).

Tritonium... sp.? — Une petite espèce nouvelle?

Ancillaria, sp.? — Deux espèces assez petites, assez étroites, indéterminables.

Cassidaria, cfr. *C. retusa*, Desh. — Des sables moyens.

Rostellaria spirata, Roua. — Espèce de Bos-d'Arros.

Pleurotoma, cfr. *P. Tallavignesi*, Roua., et *P. subcarinata*, Roua., de Bos-d'Arros.

P., cfr. *P. Archiaci*, Roua., de Bos-d'Arros.

P., cfr. *P. turbida*, Lam., de Barton et S. Gonini (Fuchs).

D'autres localités qu'Allons, mais de la même série, je puis encore citer :

1° D'Annot :

Orbitoides sella, d'Arch.

Trochocyathus, cfr. *T. exaratus*, Mich.?

— *cyclolitoides*, Bell.

— *brevis*, Desh.

Pecten, indét.

Spondylus (non *S. cisalpinus*).

Pectunculus, n. sp.? — Espèce très-abondante, mais toujours déformée malheureusement. Remarquable par l'élégance des fines côtes rayonnantes granuleuses qui couvrent sa surface; du groupe du *P. delatus*, Sow., de Barton et de Nice, et d'un pétoncle inédit du Port-des-Basques, à Biarritz, remarquable par la même ornementation, mais dont les côtes sont moins nombreuses.

2° D'Entrevaux :

Serpula spirulæa. — Qui n'a pas été trouvée à Allons même.

Orbitoides submedia, d'Arch.

Nummulites Ramondi, Defr. ?

Flabellum Pyrenaicum, Mich.

Cycloseris (le même qu'à Allons ?)

Trochosmilia tenuistriata, Desh.

Cyphosoma Pellati, Cott. ?

Schizaster, indét.

Terebratula, sp. ? — De la taille et de la forme de la *T. Montolearensis*, Leym., mais finement striée comme la *T. Defrancei*; en mauvais état.

Chama, sp. ?

Lucina, sp. ? — Espèce plate, multilamellée, mesurant 40 mill. de plus grand diamètre.

3° De Scafarelle :

Un petit *Clypeaster*, très-plat, à pétales largement ouvertes, mesurant 50-55 mill. de plus grand diamètre; rappelle les clypéastres du même niveau, dans le Vicentin.

§ III. — Fossiles de Barrême.

Les fossiles recueillis par M. Garnier dans cette localité se rapportent à trois niveaux. Les deux premiers correspondraient au système nummulitique d'Allons

1° Couches inférieures :

Dentalium Castellannense, d'Orb. ? — Var. à stries plus fines.

Ostrea Brongniarti, Brongn.

Spondylus cisalpinus, Brongn. ?

Pecten subtripartitus, d'Arch.

— *Michelottii*, d'Arch.

— sp. ?, du groupe du *P. palmatus*.

Echinolampas similis, Ag.

Schizaster Studeri, Ag. ?

Dictyaræa elegans, Leym. ?

Thamnastrœa?

Bryozoaires.

Quoique l'état des échantillons soit souvent trop défectueux pour assurer les déterminations, cependant l'ensemble rappelle la faune des marnes de Brendola, dans le Vicentin (1).

2° Couches moyennes. — Argiles bleues, entre lesquelles est intercalée une assez puissante couche de schistes gréseux, représentant peut-être le flysch.

Lucina. — De taille moyenne, plate, plutôt striée concentriquement que lamellée; indéterminable à cause du mauvais état des échantillons.

Teredo Tournali, d'Arch. ? (2).

3° Couches supérieures. — Ce sont les grès jaunes de Barrême à *Natica crassatina*, que M. Garnier n'a point trouvés ailleurs, et dont la faune, à cause de sa position au-dessus de la série d'Allons, mérite une attention particulière, comme celle de Branchai à la base de la même série.

Melania Grateloupi, d'Orb., var. — Commune à Barrême. Espèce de Gaas et de Castel-Gomberto, Salcedo et San Gonini. Les échantillons de Barrême ne sont pas absolument identiques à ceux de ces localités, qui ont généralement les tours plus ronds, les sillons transversaux plus marqués, etc.; mais ils sont absolument différents de la *M. costellata*?, à gros plis et à grosses varices, de Branchai et des Diablerets. L'espèce de Gaas et de San Gonini a été bien figurée par Brongniart (Vic., pl. II, fig. 18) sous le nom de *M. costellata*, var. *Roncana*, qui a la priorité sur celui de d'Orbigny, et qui devrait lui être préféré, s'il ne contenait pas une erreur de localité et de niveau géologique : car ce n'est pas à Roncà ni au niveau de Roncà que l'espèce se trouve (Pl. VII, fig. 1).

Natica crassatina, Lam. — Espèce caractéristique du tongrien de d'Orbigny; détermination certaine d'après un gros moule ayant conservé une partie du test.

(1) Ajoutez à la liste des fossiles recueillis dans les couches nummulitiques inférieures de Barrême :

Turbo, cfr. *T. Parkinsoni*, Bast.

Cardium anormale, Math.

Cardita Astieriana, d'Orb. ?

Cytherea Villanova, Desh.

Terebratula, sp. ?

(Note ajoutée pendant l'impression.)

(2) Le *Teredo* se trouve dans les argiles supérieures aux schistes gréseux, avec l'*Ostrea gigantea*, Brand.

(Note ajoutée pendant l'impression.)

N. Beaumonti, Héb. Ruv. ? — Natices très-communes à Barrême, et caractéristique de ce gisement. C'est avec beaucoup de doute que je la rapporte à la *N. Beaumonti* de MM. Hébert et Renevier, d'après la figure de la pl. I, n° 2 (laquelle est faite d'après un individu mutilé et, je crois, unique de Saint-Bonnet), plutôt que d'après le texte de ces auteurs, car si « la *N. Beaumonti*, de Saint-Bonnet, peut se confondre au premier abord avec la *N. sigaretina*, » il n'en est pas de même de la coquille de Barrême, qui a un aspect plus globuleux, une bouche moins ouverte, une callosité columellaire beaucoup plus forte, etc. Ces divers caractères me font douter de l'identité des deux coquilles; et celle de Barrême, qui rappelle les *N. gibberosu*, Grat., et *subpatula*, d'Orb., de Gaas, pourrait bien constituer une espèce nouvelle (Pl. VII, fig. 2).

N. cfr. N. spirata, Lam. ? — Je ne suis pas sûr que ce soit la *spirata* de Lamarck. L'espèce de Barrême n'est pas non plus parfaitement semblable à celle que l'on a désignée sous ce nom dans les couches de San Gonini et de Salcedo, et qui se retrouve sur l'horizon de Castel-Gomberto, à Monte de Cariolo (d'après M. Fuchs), et à Cassinelle, en Piémont (M. Mayer) (Pl. VII, fig. 3).

N., du groupe de l'*epiglottina*, Lam. — Non caractéristique.

Nerita... sp. ? — Indéterminable.

Tornatella... sp. ? — Petite espèce, en trop mauvais état pour être déterminée, mais dont je puis dire qu'elle n'est certainement pas la tornatelle d'Allons.

Trochus, sp. ? — Petite espèce, nouvelle ?, voisine du *subincrassatus*, d'Orb., d'Étampes, mais plus étroite, plus allongée, etc. Je ne connais rien de semblable jusqu'à présent dans les couches de Gap ou de Branchai.

Cerithium Bayani, n. sp. — Du groupe du *C. stropus*, Brongn., de Castel-Gomberto, et du *C. Bellardii*, Grat., de Gaas, dont l'espèce de Barrême est très-voisine par le système d'ornementation et par la forme particulière de la bouche. Chaque tour est orné du côté postérieur d'un rang de très-gros tubercules espacés, reliés par deux ou trois stries, et du côté antérieur d'un rang de petites perles, séparé des gros tubercules par une mince cordelette médiane. Diffère des cérites cités par une forme gibbeuse et par la simplicité plus grande des ornements. Rien de semblable sur l'horizon de Branchai et des Diablerets. — Le *C. stropus*, auquel j'ai rattaché dans le temps le *Bellardii* comme variété, est d'ailleurs une espèce encore mal délimitée. L'échantillon original de la collection Maraschini, d'après lequel la figure de Brongniart, assez mauvaise, semble avoir été faite, existe au Muséum de Paris, et il diffère sensiblement par sa taille, par son ornementation, etc., du *C. stropus* figuré par M. Fuchs.

(Vicentin), aussi bien que du *C. Ballardii* de Grateloup, et de la coquille de Barrême (Pl. VII, fig. 4).

Fusus... sp. ? — Petite espèce voisine du *F. pagodula*, Grat., de Gaas, que je ne connais que d'après une mauvaise figure.

Fusus (?) *polygonatus*, Brongn. (*Vic.*, pl. IV, fig. 4) (Syn. : *Fasciolaria polygonata*, Grat., pl. XXII, fig. 18, et pl. XXIII, fig. 12; *F. subcarinata*, Grat., pl. XXIII, fig. 13; *Fusus æqualis*, Michelotti, *Mioc. infér.*; *Murex* (?) *ambiguus*, Michelotti, *id.*).

Cette espèce a été très-embrouillée.

La figure ci-dessus citée de Brongniart et sa description s'appliquent très-bien à un fossile du Vicentin, qui est reconnu maintenant ne pas provenir de Roncà, mais de San Gonini et de Castel-Gomberto. Cette coquille n'a rien de commun avec le *Fusus subcarinatus*, Lam., de Mortefontaine et de Roncà, ni surtout avec le *Fusus costulatus*, Lam. (1), du calcaire grossier de Paris. Grateloup, au contraire, a eu raison d'en rapprocher une coquille commune à Gaas, dont il a fait sa *Fasciolaria polygonata*, et dont sa *Fasc. subcarinata* (et peut-être même sa *Pyrula Tarbelliana*) n'est qu'une variété; car ce type oligocène est aussi polymorphe que le type éocène *subcarinatus*. — *Fusus æqualis* et *Murex ambiguus*, de Michelotti, doivent passer en synonymie de *Fusus polygonatus*; ils s'appliquent à la même espèce.

Cette espèce existe réellement, selon moi, à Faudon; les échantillons à grosses côtes obtuses, que j'en ai vus dans la collection d'Orbigny, me paraissent se rapporter tout à fait au type de Brongniart et de Grateloup.

C'est, selon moi aussi, la variété *subcarinata*, Grat., de ce type (et non pas le vrai *Fusus subcarinatus*, Lam., comme le croit M. Fuchs) qui se trouve à San Gonini et à Salcedo, où le nombre des côtes varie de six à huit ou neuf, nombre typique; c'est du moins cette variété-là et une autre variété voisine. Le vrai *F. subcarinatus* (var. *Roncanus*, Brongn., *major*) est de Roncà.

C'est à Monte Grumi et à Gaas que l'on trouve la forme qui convient tout à fait à la figure du *F. polygonatus*, Brongniart.

(1) Ce que je dis là est contraire à ce qu'a dit M. Hébert à propos de cette espèce (*Bull.*, 2^e série, t. XXIII, p. 130, en note); mais je ne m'exprime ainsi qu'après avoir eu l'avantage de vérifier de nouveau les faits avec M. Hébert lui-même. Il est certain que les échantillons de la collection Brongniart, étiquetés comme *Fusus polygonatus*, ne sont pas autre chose que des *F. costulatus* de Paris; mais il est certain aussi que ces échantillons n'ont rien de commun avec la figure et la description du *F. polygonatus* du Vicentin, dont le type n'existe pas dans la collection Brongniart, et il paraît évident que Brongniart avait confondu les deux espèces; elles sont cependant très-différentes, et la sienne est aussi bonne que celle de Lamarck.

Les deux échantillons de Barrême que j'ai vus sont conformes à ceux de Monte Grumi et de Gaas, avec les côtes un peu plus effacées peut-être.

Fasciolaria...? — Moule d'une grande espèce indéterminable, peut-être de la *Pyrula Tarbelliana major*, de Grateloup; espèce de Gaas.

Eburna Caronis, Brongn. — Espèce très-commune à San Gonini et à Salcedo; qui se retrouve aussi à Castel-Gomberto (M. Fuchs), et à Casinelle (M. Mayer), non à Gaas. L'échantillon de Barrême a la spire plus courte et le dernier tour plus ventru que le type de Brongniart.

Cypræa splendens, Grat. — Espèce très-commune à Gaas, qui se retrouve aussi dans les couches de la Bormida et de Castel-Gomberto, et à laquelle on a rapporté une cyprée également commune à San Gonini et Salcedo. — Je ne vois rien non plus qui convienne mieux que ce nom aux deux petits échantillons que j'ai vus de Barrême.

Conus Grateloupi, d'Orb. (an *C. cingulatus*, Schloth.?, *C. diversiformis*, Desh., in Fuchs). — Même observation que pour l'espèce précédente, qui est toujours associée à celle-ci.

Voluta subambigua, d'Orb. (*V. elevata* Fuchs, non Sow.), var. — Espèce de Gaas et de Castel-Gomberto. C'est cette volute, du sous-genre *Lyria*, que Grateloup avait rapportée à l'*ambigua*, Lam. (maintenant *V. elevata*, Sow.), des sables de Cuise, dont elle est en effet singulièrement rapprochée, mais dont elle se distingue cependant par quelques caractères indiqués par M. Deshayes, à savoir : des tours moins ronds, des côtes un peu plus tranchantes, des plis columellaires plus nombreux et plus accentués, etc., auxquels j'ajouterai celui-ci, que dans l'espèce de Gaas les tours décrivent autour de la spire et près de la suture une rampe plus large et bien mieux marquée que dans l'autre. Le type de Gaas a les côtes nombreuses, assez tranchantes, et la surface entièrement couverte de nombreuses stries transversales; ce type passe, par degrés, à une variété aussi abondante que lui, var. *semistriata*, nob., où les côtes du dernier tour, plus ou moins nombreuses, s'élargissent et s'aplatissent, et où la surface n'est plus couverte de stries que dans sa partie inférieure. C'est cette variété, qui n'a pas été figurée par Grateloup, qui se rencontre à Castel-Gomberto, et c'est elle aussi que nous trouvons à Barrême, représentée par plusieurs échantillons conformes dans leurs traits essentiels (Pl. VII, fig. 3).

La même volute, selon M. Fuchs, ou, en tout cas, une volute voisine (l'état des échantillons ne permet pas toujours d'apprécier des caractères aussi délicats que ceux des espèces de ce groupe), est très-commune dans les couches oligocènes de San Gonini. Aucune volute, au contraire, n'a été encore signalée sur l'horizon des Diablerets.

Strombus Garnieri, n. sp. — Ce strombe est voisin du *Strombus radix*, Brongn., de Castel-Gomberto; il s'en distingue cependant certaine-

ment par une forme moins étroite, et par l'ornementation de la spire, qui porte à chaque tour un rang d'épines moins nombreuses et plus fortes que dans l'autre espèce; ces épines sont, de plus, placées tout près de la suture, et elles sont même engagées à chaque tour dans le repli du tour suivant. Cette disposition, qui s'observe sur beaucoup de strombes, par exemple sur le *Str. coronatus*, Defr., des terrains tertiaires supérieurs, est précise et constante sur plusieurs échantillons que j'ai vus de Barrême; et elle me paraît assez distinctive pour que je me décide à faire de ce strombe une espèce nouvelle (Pl. VII, fig. 7 et 8).

Pectunculus, sp. — Un seul très-petit individu, indéterminable.

Arca... sp.? — Très-petite espèce quadrilatère, indét.

Cardium... sp.? — Petite espèce voisine du *C. tenuisulcatum*, Nyst.

§ IV. — Série supérieure d'eau douce.

La série tertiaire des Basses-Alpes ne se termine pas au conglomérat et au grès à *Natica crassatina*. D'après les notes et les fossiles que m'a communiqués M. Garnier, le conglomérat de Barrême est recouvert par de petites couches dans lesquelles on trouve des pinces de crustacés, une petite *Lucina* et la *Melania semidecussata* qui appartient encore au niveau inférieur des sables de Fontainebleau.

Après ces dernières couches marines, on trouve :

1° Une longue suite d'argiles, poudingues et calcaires siliceux, rouges ou rosés, sans fossiles, et d'apparence lacustre, qui peut représenter, comme à Manosque et en Suisse, le tongrien supérieur.

2° Ce système est suivi lui-même par une autre longue série de calcaires gris et de marnes grises, dans laquelle on trouve successivement : des couches à *Bythinia Dubuissoni*, Bouill., à *Limnæa* d'un type ventru, et à *Planorbis cornu*, Brongn.; puis des plaquettes à empreintes de *Cerithium* ou *Potamides* des types *C. margaritaceum*, *elegans*, *Lamarcki* ou *plicatum*?; et enfin des couches à petits *Unio* (*U. mollasicus*, de Mort.?) et à *Helix Ramondi*, Brongn., espèce caractéristique déjà citée par d'Orbigny dans les Basses-Alpes.

Ce système d'eau douce appartient vraisemblablement à l'étage des calcaires lacustres de la Beauce et de l'Agenais et des molasses d'eau douce inférieures de la Suisse.

CONCLUSION.

De cette étude des fossiles recueillis par M. Garnier, il résulte pour moi certainement :

1° Que la faune de Branchai et des premières couches cor-

respondantes de la série d'Allons est bien celle de Gap et des Diablerets, réduite à quelques espèces caractéristiques ;

2° Que la faune de la série d'Allons est bien, par les polypiers, les foraminifères, les échinodermes et les mollusques, celle des couches dites à *Serpula spirulæa* de Biarritz, Bos d'Arros, Priabona ;

3° Que la faune supérieure de Barrême est bien celle de Gaas et de Castel-Gomberto, plutôt encore que celle de San-Gonini.

J'ajouterai que la faune de Barrême et celle de Branchai, telles qu'elles me sont connues, n'ont rien de commun ; et que si la petite faune de Branchai ne paraît pas se relier paléontologiquement à celle de la série d'Allons, dont elle n'est que le prélude, cela peut s'expliquer par son caractère littoral (nautics, mélanies, potamides, bucardes, petites huîtres), qui contraste avec le caractère de faune de mers plus profondes du reste de la série.

Il résulte d'autre part des observations stratigraphiques de M. Garnier, que ces faunes se succèdent par superposition dans l'ordre dans lequel je les ai énumérées, et il me semble acquis par ces observations directes qu'il faut distinguer dans les Alpes deux couches à *grosses nautics* et à *cérithes* :

1° La couche de Barrême, certainement tongrienne, à *Natica crassatina*, espèce qui, ailleurs, est incontestablement associée à *N. angustata*, *Cerithium trochleare* type, *C. plicatum*, etc. ;

2° La couche, beaucoup plus ancienne, des Diablerets, de Gap, de Branchai, à *Natica Vapincana*, *Cerithium trochleare* var. *Diaboli*, *C. plicatum* var. *Alpina*, *C. hexagonum*, etc. ; laquelle est séparée de la première par toute l'épaisseur du calcaire à *Nummulites striata*, des couches à *Operculina ammonæa* et *Serpula spirulæa* (dont la position en haut de la formation éocène se trouve une fois de plus établie, comme dans le Vicentin et ailleurs), du flysch et du calcaire à fucoïdes.

Sur cette solution stratigraphique, dont je laisse à M. Garnier tout le mérite et toute la responsabilité, je n'ai rien à dire, puisque je n'ai pas vu les lieux. Il m'est impossible cependant de ne pas remarquer que ces observations, dont la précision ne semble pas laisser place à l'erreur, sont en parfait accord avec celles de M. Lory et de M. Renevier, qui s'éclaircissent maintenant d'un jour nouveau. Les dernières études

faites, en effet, par M. Renevier sur le nummulitique de l'Oldenhorn (1), concordantes d'ailleurs avec les observations plus anciennes faites dans le Valais ou dans les Alpes françaises, présentent comme normale dans cette région la succession suivante, de bas en haut :

1. Couche à cérites ; — faune des Diablerets, réduite en général à douze ou quinze espèces, qui sont exactement celles de Branchai ;
2. Grès sans fossiles ;
3. Calcaire (c'est l'assise la plus constante) avec *Nummulites striata*, *N. Ramondi*, etc., *Operculina ammonica*, *Orbitoides submedia*, *O. Fortisii*, *O. stellata*, *Echinolampas*, etc. ;
4. Schistes feuilletés sans fossiles.

C'est bien évidemment le même ordre que dans les Basses-Alpes ; et ce calcaire à nummulites, à operculines et à orbitoïdes, qui représente évidemment ici tout ou partie du système d'Allons, se comprend mieux pour moi, maintenant que je sais que dans les Basses-Alpes il est inférieur aux couches à *Natica crassatina*. De même, pour le dire en passant, je suis moins surpris aussi de la présence dans ce système de la *Nerita Schmiedeli*, Chemn., que M. Renevier a trouvée aux Essets, près de la *Turritella imbricata*, et que j'ai déjà citée.

La conclusion de ce qui précède est facile à tirer. Il faut en effet, ou rajeunir encore les couches à *Serpula spirulæa* et à *Operculina* de Biarritz, etc., (qui ont cependant fait bien du chemin depuis le temps, peu éloigné encore, où elles étaient considérées comme les couches les plus anciennes du terrain tertiaire), et les faire entrer dans le tongrien de d'Orbigny, si l'on veut continuer à ranger dans cet étage, qu'on a beaucoup trop étendu, les couches de Gap et des Diablerets qui leur sont inférieures ; comme l'a fait jusqu'à présent M. Mayer (2) ;

Ou vieillir, au contraire, les couches des Diablerets et les reporter jusque près de celles de Roncà, puisque les unes et les autres sont prouvées maintenant stratigraphiquement être inférieures aux couches à *Serpula spirulæa* et à *Orbitoides*, et que leurs affinités paléontologiques sont réelles.

C'est à ce dernier parti que je me range sans hésiter.

(1) *Notices géol. et paléontol. sur les Alpes vaudoises*, II^e ; 1865.

(2) *Tableau synchrone des terr. tertiaires*, 4^e édit., Zurich ; 1869.

M. Hébert était dans le vrai assurément, quand il disait (1) : « Tout le système de couches dont la faune de Faudon et Saint-Bonnet caractérise la partie inférieure, et dont le flysch et le calcaire à fucoïdes constituent la partie supérieure, doit donc être placé entre le système de Villagrande (Ronca supérieure) et celui de Castel-Gomberto. » Il était même, pour ainsi dire, en s'exprimant ainsi, plus près de la vérité qu'il ne le pensait, ou du moins, il y avait pour motiver ses conclusions, vraies en ce sens que Faudon n'est pas du tongrien, plus d'arguments qu'on ne pouvait le croire; puisque ce n'est pas seulement le flysch, mais tout Biarritz (ou du moins la plus grande partie de Biarritz) qui vient s'intercaler entre les deux termes extrêmes qu'il comparait, et puisque les arguments paléontologiques eux-mêmes ne s'opposent pas, autant que je le croyais, à cette solution.

J'avais, en effet, pour ma part, attribué trop de signification aux espèces prétendues *tongriennes* ou du miocène inférieur que MM. Hébert et Renevier citaient eux-mêmes dans la faune de Faudon. La détermination de ces espèces doit être révisée de très-près; je ne le dis pas pour le besoin de la cause à laquelle les observations de fait de M. Garnier apportent un si puissant et si décisif argument, mais en tout état de cause; et le résultat de cette révision sera certainement à l'appui de la thèse que cette faune n'est pas tongrienne. En effet, pour reprendre très-rapidement cette petite liste telle qu'elle est donnée (*loc. cit.* p. 82, et tableau des espèces) :

Natica angustata. — J'ai dit au commencement de ce travail ce que je pensais de l'assimilation des grosses natices de Faudon, etc., à cette espèce de Gaas. Je crois que ces natices constituent une espèce différente, la *Vapincana* de d'Orbigny.

Natica crasatula. — La présence de cette espèce aux Diablerets est très-douteuse pour les auteurs eux-mêmes. Elle ne repose que « sur quelques échantillons en assez mauvais état : un surtout paraît se rapporter à cette espèce. »

Deshayesia cochlearia. — *Deshayesia*, oui!, mais *D. cochlearia*?, ce n'est pas sûr. Car l'échantillon figuré provient de Castel-Gomberto (*Explication de la planche F*), et il n'est pas certain pour moi que ceux de Faudon soient identiques à celui-là et ne forment pas une espèce distincte, comme M. Bayan le croit (2), dans un genre qui en compte-rail plusieurs à plusieurs niveaux.

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. XXIII, p. 132.

(2) *Bull.*, 2^e série, t. XXVII, p. 456.

Chemnitzia semidecussata. — J'en ai parlé aussi plus haut. Je crois qu'il y a aux Diablerets quelques individus que l'on peut rapporter à cette espèce; mais la variété qui y abonde est tout à fait spéciale.

J'ai dit aussi que la *M. costellata* des Diablerets est différente de celle de Gaas, dont on a fait une espèce distincte.

Cerithium gibberum. — Est également une assimilation douteuse pour les auteurs eux-mêmes; faite d'après des échantillons incomplets et différents d'ailleurs par la forme générale, etc., de l'espèce de Gaas. Peut-être est-ce un *C. Bonellii*? ou un *C. Blainvillei*?

L. cina globulosa. — Est encore une identification sur laquelle j'ai émis des doutes.

O. brea cyathula. — D'après MM. Hébert et Renevier eux-mêmes, présente, dans les Alpes, des caractères intermédiaires entre cette espèce et l'*O. ventilabrum*.

J'ai également des doutes, que je n'ai pas pu éclaircir encore, sur la présence aux Diablerets ou à Gap, du véritable *Trochus Lucasianus*, de la véritable *Cytherea incrassata*, qui y seraient extrêmement rares; même sur celle de la vraie *Cyrena convexa* de Paris, tout en n'étant pas en mesure de la contester formellement. Quant à la *Mitra plicatella*, qui d'ailleurs n'existe pas, selon moi, à Gaas, et à la *Stephanocænia elegans*, ce sont des espèces qui existent déjà dans l'éocène, qui, par conséquent, ne sont pas caractéristiques d'un horizon plus récent.

Est-ce donc à dire qu'il ne reste dans la faune de Gap et des Diablerets aucune espèce de celles qu'on est généralement habitué à considérer comme tongriennes?

Ce n'est pas là ce que je veux dire; je serais même tenté de dire que je serais fâché qu'il en fût ainsi.

Je crois, en effet, et je considère cela comme précisément très-intéressant, qu'il reste encore dans cette faune dont nous connaissons maintenant la position stratigraphique, et qu'il y restera, même après le travail critique qu'on en pourra faire, plusieurs espèces que je ne peux pas me refuser à rapporter à des *types* qui sont répandus à profusion à une époque postérieure, comme :

Cerithium plicatum,

— *trochleare*,

— *elegans*,

Fusus polygonatus,

Peut-être *Cyrena convexa*,

Melania semidecussata,

Et plusieurs autres encore.

La présence de ces espèces au même niveau que les espèces éocènes citées déjà des Diablerets, ou à un niveau inférieur à celui des espèces éocènes citées de la série d'Allons, peut surprendre d'abord; il faut cependant accepter le fait, s'il est prouvé. Et, à mon avis, il l'est deux fois déjà. Car c'est ici le lieu de rappeler que M. Zittel (1) a cité précisément deux de ces espèces les plus caractéristiques du tongrien, *Cerithium trochleare* et *C. plicatum*, avec *Ostrea longirostris*, dans le « terrain nummulitique supérieur » de Hongrie, où elles sont associées à bon nombre d'espèces de Ronceà tout aussi caractéristiques : *Cerithium corvinum*, *C. lemniscatum*, *C. (?) auriculatum*, etc., *Ampullaria perusta*, *Fusus polygonus*, *F. subcarinatus*; et à : *F. Noë*, *F. maximus*, *F. rugosus*, *Melania costellata*, *Pholadomya Puschi*, *Serpula spirulæa*, etc. Cette faune serait subordonnée, d'après les travaux récents des géologues hongrois (2), à des couches à operculines (*O. granulata*), à orbitoïdes (*O. papyracea*), à nummulites (*N. striata*, *N. Lucasana*, etc.), et à polypiers (*Trochocyathus*, *Trochosmilia*, etc.), et elle serait même inférieure à des couches où je vois citées, avec les mêmes foraminifères, une quantité d'autres espèces de Biarritz ou d'Allons : *Pentacrinus didactylus*, *Bourgueticrinus Thorenti*, *Terebratula tenuistriata*, *Stalagmium aviculoïdes*, *Ostrea Brongniarti*, *Voluta elevata*, *Tornatella simulata*, etc. Je trouve que la concordance de ces observations faites à de grandes distances et par des observateurs complètement étrangers les uns aux autres, est frappante; et si les déterminations spécifiques sont exactes de part et d'autre, l'ancienneté des types dont nous nous occupons, leur apparition et leur réapparition à deux époques éloignées, me paraissent un fait acquis.

L'explication qu'il faut donner de ce fait est, selon moi, celle que fournit la théorie des migrations et des colonies. Avant de paraître dans les couches oligocènes, où nous sommes le plus habitués à les voir, les espèces en question avaient paru déjà dans le bassin méditerranéen, d'où elles auront émigré, comme d'une mère patrie, et en suivant une voie que nous ne connaissons pas encore. C'est cette hypothèse que MM. Hébert et Renevier avaient déjà proposée, et elle me paraît plus juste et plus nécessaire que jamais, aujourd'hui

(1) *Die obere Nummulit. formation in Hungarn*, 1871.

(2) Hantken, *Jarbuhe der Ungar. geolog. Anstalt*, 1872.

que les points de départ et les points d'arrivée de ces espèces sont fixés avec plus de certitude et que l'on peut mieux mesurer la distance chronologique qui les sépare. MM. Hébert et Renevier citaient à l'appui de cette hypothèse l'exemple de la migration du *Fusus minax*; ils auraient pu en signaler bien d'autres assurément, et particulièrement celui de la petite faune des couches de Mortefontaine à *Cerithium tricarinatum*, *C. pleurotomoides*, *Fusus subcarinatus*, *F. polygonus*, etc., véritable colonie, à la partie supérieure des sables moyens, d'un groupe d'espèces dont la mère patrie est dans le calcaire grossier supérieur, et tout à fait comparable à la colonie des quelques cérîtes et fuseaux qui ont passé des couches de Gap ou des Diablerets dans celles de Gaas et d'Etampes.

Quelle est au juste la distance qui sépare ces couches? Quel est au juste le niveau, dans le tableau général des terrains tertiaires, des couches des Diablerets? Je ne le sais pas. Je sais qu'elles sont plus anciennes, et de beaucoup, que les sables de Fontainebleau, avec lesquels on les avait souvent parallélisées; je sais qu'elles sont plus anciennes que le flysch que l'on peut considérer comme l'équivalent du gypse parisien, plus anciennes même que les couches à *Serpula spirulæa* qui peuvent être rangées sur le parallèle des sables moyens de Paris ou des couches de Barton (leur partie supérieure est peut-être même plus récente); je crois donc qu'elles doivent être mises très-près des couches de Roncà (inférieures elles-mêmes à ce système à *Serpula spirulæa*) avec lesquelles leurs affinités paléontologiques doivent être étudiées de nouveau; très-près surtout des couches de Hongrie dont j'ai parlé plus haut et qui paraissent avoir une indépendance géologique remarquable, puisqu'elles reposent sur des couches d'eau douce qui seraient les plus anciens dépôts tertiaires de la contrée. Mais sur ces questions de parallélisme à grandes distances, entre bassins différents et éloignés, je serai aussi réservé que l'a été M. Bayan dans sa notice sur le Vicentin.

Plus les époques et les faunes que l'on étudie se rapprochent de l'époque actuelle, plus la question des synchronismes paléontologiques se complique et devient délicate par la connexion de celle de la distribution géographique des animaux. Il ne faut pas oublier, et l'école anglaise de Forbes ne l'oublie pas, que dans la nature actuelle le cantonnement par provinces géographiques des animaux, et en particulier des mollusques marins, est tel, que deux faunes séparées par de

grandes distances sont nécessairement dissemblables, et que, même à de petites distances et sur le même méridien, une barrière étroite, comme l'isthme de Panama ou l'isthme de Suez, peut produire le même résultat; de façon qu'il s'est déposé jusqu'à aujourd'hui, à quelques kilomètres de distance, à Port-Saïd et à Suez, à Panama et à Aspinwall, des couches renfermant les restes de deux faunes absolument synchroniques et absolument différentes, dont l'âge pourrait être sans doute apprécié très-différemment et donner lieu à de très-grandes méprises et à de très-intéressantes discussions parmi les géologues de l'avenir, si la tradition historique des faits se perdait. Mais sans prendre un exemple aussi curieux et aussi exceptionnel, il suffit de se rappeler que la faune marine actuelle de la Méditerranée et celle de la Mer du Nord sont sensiblement différentes, quoiqu'elles soient reliées par bon nombre d'espèces communes qui passent par le détroit de Gibraltar: c'est la contre-partie de l'isthme de Suez. Or, la Méditerranée est un bassin fort ancien géologiquement, et la barrière qui sépare le bassin du Nord et le bassin du Sud a dû avoir depuis bien longtemps, et surtout dans l'époque tertiaire, beaucoup d'influence sur le caractère des faunes contemporaines des deux mers.

Avant donc de paralléliser ces faunes, sur la foi souvent trompeuse de certains fossiles que nous croyons caractéristiques, il faut étudier encore ces faunes dans leurs bassins respectifs, dans leur succession stratigraphique particulière: c'est le service que nous ont rendu déjà, pour la connaissance des terrains tertiaires, les géologues qui ont débrouillé la stratigraphie du Vicentin, et c'est celui que nous rend, pour les mêmes études, le travail dont M. Garnier m'a fait l'honneur d'être le rapporteur.

A la suite de cette lecture, M. Bayan présente les observations suivantes:

La question soulevée par le Mémoire de M. Garnier est des plus intéressantes, et j'avais moi-même l'intention d'en entretenir aujourd'hui la Société. Il y a deux ans bientôt, M. Garnier avait bien voulu remettre à l'École des Mines une assez nombreuse série d'échantillons des localités qui font l'objet de son travail. Les circonstances qui se sont succédées depuis ce moment m'avaient empêché même d'y jeter les yeux, et ce n'est

qu'il y a quelques jours à peine que j'ai pu aborder les tiroirs qui les contenaient. M. Garnier ne m'avait point d'ailleurs donné les coupes péremptoires qu'il vient de nous faire connaître, et c'est au risque de commettre quelque renversement que j'aurais exposé à la Société les conclusions auxquelles j'étais arrivé. Mais, devant la précision des détails donnés par M. Garnier, et le développement des observations de M. Tournouër, je dois me borner à quelques remarques très-brèves.

Tout d'abord, il est un point hors de doute, c'est que la faune des grès à *Natica* de Barrême est oligocène. La collection que M. Garnier m'avait remise ne contenait pas la *Natica crassatina*, mais la présence de l'*Ampullaria spirata*, Brongniart, Bronn, von Schauroth, Th. Fuchs, *non* Lamarck, de la *Melania* (1) *costellata*, Bronn, etc., *non* Lam., et de la *Voluta imbricata*, von Schauroth, ou *V. elevata*, Th. Fuchs, *non* Lam., ne laissait aucune incertitude sur cette assimilation. J'avais même cru pouvoir aller plus loin que M. Tournouër et rapporter au *Strombus radix* la coquille dont on trouve des fragments à Barrême. Le *S. radix* est une espèce assez variable, comme on peut le voir par les figures données par M. Fuchs sous les noms de *S. radix*, *Vialensis* et *rugifer*; néanmoins, je crois qu'il vaut mieux ne pas assimiler l'espèce française à celle d'Italie; mais il est peut-être périlleux de donner un nom à des échantillons aussi défectueux que ceux de Barrême.

Quant à la *Natica* rapportée à la *N. Beaumonti*, je crois qu'il faut absolument rejeter cette détermination; comme l'a dit notre savant confrère, l'espèce de Saint-Bonnet a été créée sur un seul échantillon mutilé, dont la restauration a été maladroitement faite par le dessinateur (il est évident que les deux figures données ne pourraient pas se superposer). M. Tournouër a d'ailleurs insisté lui-même sur les différences qui séparent les deux coquilles: elles sont, à mon sens, plus que suffisantes pour ne pas permettre qu'on les confonde.

(1) C'est faute d'un nom générique qui n'est pas encore créé, que je désigne sous ce nom cette espèce. Elle n'a aucun rapport avec les *Melania*. D'Orbigny l'a rangée, avec une foule d'autres espèces différentes génériquement, dans son genre *Chemnitzia*, qui doit rester pour de petites coquilles qui n'appartiennent probablement pas à la même famille. Quant au genre *Diastoma*, il est inacceptable, le caractère sur lequel il est fondé se retrouvant accidentellement dans d'autres espèces du même groupe (*M. lactea*, *M. melaniæformis*), et même dans quelques cérithes pour lesquels on n'a pas songé à créer de genre.

Si maintenant j'aborde les couches inférieures, je ne crois pas que l'on puisse douter de la présence à Branchai de la *Natica Vapincana* et de la grosse variété (?) de la *Melania costellata*, qui n'est pas rare à Faudon. Elles y sont accompagnées de cette foule de cérithes qui donnent à la faune de Gap un caractère si particulier. Malheureusement, ils sont presque toujours si mal conservés que chacun, suivant ses tendances, leur donne un nom ou un autre. MM. Hébert et Tournouër les rapportent aux *C. plicatum* et *trochleare*, ce dernier, toutefois, en y voyant des variétés inconnues ailleurs. Une autre espèce du même genre est nommée *hexagonum* par notre confrère ; il me semble tout à fait contraire aux règles de la nomenclature de conserver ce nom à une espèce dont on connaît assez pour savoir qu'elle n'a aucun rapport avec le *C. angulatum*, mais pas assez pour la déterminer spécifiquement. Il est cependant probable que c'est bien la même espèce qui se trouve à Faudon et à Branchai. En résumé, l'identité entre ces deux points et aussi la partie inférieure de la série d'Allons me semble définitivement établie.

Plus haut viennent, en ce dernier point, des couches contenant des polypiers, des oursins, des orbitolites et la *Serpula spirulæa*. M. Tournouër n'a pas nommé spécifiquement le *Lio-pedina* qu'on y trouve. L'École des Mines en possède un assez bon échantillon : il provient de la collection Repellin, dans laquelle ses possesseurs, MM. Chaper, nous ont laissé puiser tant de pièces remarquables avec une libéralité sans égale. C'est, je pense, le *L. Tallavignesi*. L'échantillon figuré sous ce nom par M. Colteau dans la *Revue zoologique*, et qui fait partie de la collection de d'Orbigny, est précisément indiqué comme de Barrême. M. de Verneuil a aussi retrouvé cet échinide à Vila de Cabrals (Catalogne).

Il est intéressant de voir cette espèce se trouver en France à un niveau sensiblement le même que celui qu'occupent ses congénères dans le Vicentin. J'ajoute que les espèces de *Turritella*, *Solen*, etc., citées par M. Tournouër, et que je ne voudrais pas déterminer spécifiquement, rappellent beaucoup les espèces de la glauconie à *Serpula spirulæa* de la Costalunga et de Castelcieis.

Dans les Basses-Alpes, comme à Faudon, les couches à operculines et à orbitolites viennent reposer sur la zone de la *N. Vapincana* : c'est le niveau qu'elles occupent partout ailleurs. Il serait peut-être imprudent néanmoins de placer rigoureuse-

ment ces assises sur l'horizon de la *Serpula spirulæa*. M. Garnier semble n'avoir trouvé que deux échantillons de cette espèce, qui partout ailleurs est prodigieusement commune à son niveau, et qui existe, au contraire, en échantillons isolés à un niveau inférieur, comme je l'ai indiqué à San Giovanni Ilarione.

Il est un fait à noter, c'est que les localités décrites par M. Garnier offrent fort peu d'espèces certaines communes avec la Fuont de Giariel, près Nice, et pas une seule qui soit abondante; c'est au cap la Mortela qu'il faut aller chercher les espèces communes, comme l'avait dit M. Pareto il y a longtemps. Dans ce que je viens de dire, j'écarte à dessein les polypiers. L'étude des espèces nummulitiques a besoin d'être sérieusement révisée : elle se ressent, plus encore que le reste de la science, de cette opinion qui a tant nui au progrès de la paléontologie, de l'unité de l'âge nummulitique. La plupart des polypiers tertiaires des localités non nummulitiques sont connus par leurs calices, tandis que dans les fossiles nummulitiques les éléments essentiels de détermination manquent le plus souvent. Aussi a-t-on admis sur les caractères extérieurs l'identité de beaucoup d'espèces qui sont probablement distinctes. Pour ne pas abuser des instants de la Société, je ne citerai que le *Trochocyathus cyclolitoïdes*, Bellardi. J'ai reçu de M. Camere des échantillons du type, provenant de la Fuont de Giariel; ils sont très-différents du polypier que l'on trouve à Faudon et au Niederhorn, et auquel on a donné le même nom. Je crois bien aussi que celui d'Allons est une troisième espèce distincte des deux autres. J'en dirai autant du *Ceratotrochus exaratus* : une espèce qui paraît avoir été confondue avec celle-ci n'est pas rare à Allons. Je ne la vois pas citée par M. Tournouër. Quant aux autres espèces indiquées par ce dernier, et dont plusieurs sont données comme nouvelles, je m'abstiens de les comparer à d'autres, MM. Reuss et d'Achiardi ayant décrit, depuis quelques années, des terrains synchroniques de l'Italie, de nombreuses formes de zoanthaires, dont plusieurs montrent tous leurs caractères.

Il est une autre localité de laquelle M. Garnier m'a remis des échantillons, peu nombreux malheureusement, et que je regrette de ne pas voir citée dans son travail; c'est celle de Tartonne, où je vois une espèce, malheureusement mal conservée, qui rappelle beaucoup la *Cytherea incrassata*, des pholadomyes, et une grande huître qui est celle que l'on appelle *gigantea* dans le terrain nummulitique. Cette espèce se ren-

contre vers le bas du terrain oligocène en Italie : j'en ai recueilli un bel exemplaire au Monte delle Cariole. Elle se retrouve aussi en Crimée, où elle est accompagnée d'un certain nombre d'espèces qui semblent plutôt oligocènes qu'éocènes.

Quoi qu'il en soit, M. Garnier a rendu à la science un véritable service en montrant la succession des couches tertiaires dans les Basses-Alpes. C'est une fois de plus que la stratigraphie est en accord avec la paléontologie. Faudon, qui avait été mis dans l'oligocène, en est donc séparé par le massif des couches à orbitolites. On pouvait s'y attendre : la faune de cette localité a en effet un faciès franchement éocène, malgré les espèces que M. Tournouër est heureux de rapporter aux *Cerithium plicatum* et *trochleare*, et je ne doute pas que, mieux étudiées, on ne s'aperçoive que celles-là aussi sont moins oligocènes qu'elles n'en ont l'air. J'en dirai autant du *Trochus Lucasi* (j'ai des raisons de croire que les mauvais échantillons rapportés à cette espèce l'auraient été tout aussi bien au *T. monilifer*) et du *Rhizangia brevissima*, l'espèce de Gaas me paraissant présenter des différences avec celle de Gap, comme l'a d'ailleurs soupçonné M. de Fromentel. J'ajouterai que je n'ai jamais vu de Faudon rien qui pût se rapporter à la *Cyrena convexa*. Pour la *Deshayesia cochlearia*, je ne veux pas répéter (ce que j'ai dit ailleurs) combien en diffère la *D. Rouyi*.

Il y a dans les observations de M. Tournouër deux parts : l'une de faits, pour lesquels, sauf les points cités plus haut, je suis d'accord avec lui ; l'autre toute de théorie, à laquelle je ne puis m'associer. Il me semble regrettable d'asseoir des théories aussi contraires à l'opinion qui a été si généralement admise, et qui continuera encore à l'être (je l'espère du moins), sur des déterminations d'échantillons qui laissent autant à désirer, et qui, par conséquent, sont peu certaines.

Je ne puis m'empêcher de faire ici deux remarques : l'une, que les espèces qui passent d'un terrain à un autre sont, en général, des espèces mal caractérisées (comme la *Corbulomya complanata* par exemple), ou très-petites (comme les *Bairdia* que M. R. Jones déclare trouver depuis le carbonifère jusqu'à l'époque actuelle (1) ; l'autre, que les faunes de passage se trouvent gé-

(1) *Bairdia Harrisiana*. R. Jones, *Mem. of Palæont. Soc.; Cretaceous entomostraca*, p. 25.

néralement aussi là où les fossiles sont très-mal conservés (comme la faune des marnes du gypse qu'a décrite M. Deshayes). Il n'en est pas ainsi des localités hongroises qu'a citées M. Zittel; mais là le mélange qu'il indique est encore plus extraordinaire, puisque ce sont des espèces du niveau des breccioles de Roncà, inférieures à la *Nerita Schmiedeli*, qu'il associe à des formes oligocènes. Faut-il admettre ses conclusions? Je ne sais; mais le savant allemand a figuré seulement deux des espèces qu'il assimile à celles de Roncà. L'une, le *C. corvinum*, diffère de l'espèce de Brongniart, dont ses varices la distinguent immédiatement; l'autre, la *Natica* rapportée à la *N. perusta*, m'en paraît différer aussi, et je crois savoir que c'est même l'avis des paléontologistes de Vienne; car j'ai vu cette espèce envoyée par le K. K. Mineralien Cabinet sous le nom de *N. Delbosi*, Hébert, = *N. angustata*, Grat., à laquelle, il est vrai, elle ressemble moins encore (1).

Je crois donc qu'il vaut mieux, avant de parler de colonies et de migrations, attendre de pouvoir comparer les échantillons en nature, et s'assurer ainsi que deux géologues entendent la même chose quand ils prononcent le nom du même fossile. Il n'en est malheureusement ainsi que rarement, et l'on pourrait citer bien des listes dont, vérification faite, il ne reste plus rien, et sur lesquelles on n'avait pas craint cependant de bâtir des systèmes. Là-dessus, je m'associe pleinement aux quelques observations que vient de faire M. Chaper.

Je ne suivrai pas non plus M. Tournouër dans les considérations qu'il a développées sur la faune de la Méditerranée. Elle nous réserve encore bien des surprises, par ses affinités avec les faunes des Antilles et du Japon; et, sur ce point, je ne peux que renvoyer à l'excellent travail publié récemment par

(1) Ce n'est cependant pas l'opinion de M. Max. von Hantken, qui, dans un travail important (*Mittheilungen aus dem Jahrb. des K. Ungar. geol. Anstalt*, t. I, 1^{re} livr.), cite plusieurs fois des environs de Gran l'*Ampullaria perusta*. L'auteur a pu étudier les relations des couches dans ce pays; dans ses listes on remarque que (sauf le *Cerithium trochleare* et le *Diastruma elongata*, qui sont indiqués comme associés à la *Nerita conoidea*) les fossiles de Roncà ne sont jamais accompagnés de fossiles oligocènes; qu'ils appartiennent tous à des assises inférieures à la *Nerita Schmiedeli*, ou au plus contemporaines de celles-ci, et sont séparés des couches franchement oligocènes par une zone à *Operculina*, *Terebratulina* et *Bourgueticrinus*, exactement comme dans les Alpes véronaises.

un des hommes qui connaissent le mieux la Méditerranée, M. le marquis de Monterosato (1).

M. Hébert fait observer que dans le travail qu'il a publié en 1854, en collaboration avec M. Renevier, et qui avait pour but de séparer le terrain nummulitique des Hautes-Alpes du terrain nummulitique plus ancien de Nice, il a placé le premier de ces terrains dans l'éocène supérieur, et l'a indiqué, avec de très-grandes réserves, comme l'équivalent du gypse de Paris. Plus tard, en 1865, dans son Mémoire sur le terrain nummulitique du Vicentin, M. Hébert a apporté des preuves à l'appui de cette opinion qu'il a maintenue depuis lors. Bien des géologues néanmoins persistaient à ranger Faudon dans le miocène inférieur. Le travail de M. Garnier décide la question et, de plus, fixe la position des couches à *Serpula spirulæa* que M. Hébert plaçait, avec beaucoup d'autres géologues, dans le miocène inférieur. Ces couches doivent être classées soit dans le flysch, soit à sa base. Il résulte encore des recherches de M. Garnier, que les assises nummulitiques des Hautes-Alpes et les grès qui leur sont associés et dont la puissance, d'après M. Lory, atteint jusqu'à 2,000 mètres, ne sont pas jusqu'ici représentés dans le Vicentin, tandis qu'au nord, en Suisse, et au sud, dans l'Apennin depuis les sources du Serchio jusqu'à celles du Tibre, ces couches ne sont pas moins développées que dans les Hautes-Alpes, d'après M. Pareto. Il y a donc dans le Vicentin une lacune correspondant à ces énormes dépôts.

(1) *Notizie intorno alle conchiglie fossili di Monte Pellegrino e Ficarazzi*, Palerme, 1872.

Appendice à la note précédente de M. Tournouër (1).

PLANCHE V.

Fossiles de Branchaï ou du même niveau.

- Fig. 1. — *Melania* (*Diastoma*, Desh.) *costellata*, Lam.;
 1^a. Les Diablerets (coll. d'Orbigny);
 1^b. Branchaï (M. Garnier);
 1^c. Ancelle près Gap (coll. d'Orb.).
- Fig. 2^{a, b}. — *Melania lactea*, Brug., variété. Escragnolles (Var)
 (MM. Vélain et Hollande).!
- Fig. 3. — *Deshayesia Alpina*, d'Orb. sp. (1). Faudon (coll.
 d'Orb.).
- Fig. 4. — *Cerithium Weinkauffi*, Tourn. (2);
 4^a. Échantillon de Faudon (coll. d'Orb.);
 4^b. Variété d'Escragnolles (M. Vélain).
- Fig. 5. — *Cerithium Vulcani*, Brongn. (3). Faudon (coll.
 d'Orb.).
- Fig. 6. — *Cerithium hexagonum*, Lam.? (4). Fragment d'Es-
 cragnolles (M. Vélain).
- Fig. 7. — *Cerithium trochleare*, Lam. (5). Branchaï (M. Gar-
 nier);
 7^a. *Id.* fragment d'Escragnolles (M. Vélain).
- Fig. 8. — *Id.* Variété de Saint-André de Méouilles (Basses-
 Alpes) (coll. d'Orb.).
- Fig. 9. — *Id.* Var. *Diaboli*, Brongn. *Id.* *Id.*
- Fig. 10. — *Cerithium plicatum*, Brug. (6), var. *Alpina*. Fau-
 don (coll. d'Orb.);
 10^a. *Id.* *Id.* Escragnolles (M. Vélain);
 10^b et ^c. *Id.* sous-var. *Id.* *Id.*;
 10^d. *Id.* autre var. Faudon (coll. d'Orb.).

(1) Dans sa séance du 22 novembre 1872, la Commission du Bulletin a autorisé M. Tournouër à joindre à son travail *sur les fossiles tertiaires des Basses-Alpes*, des planches où sont figurées les espèces ou variétés nouvelles qu'il avait indiquées, et un texte explicatif.

PLANCHE VI.

Fossiles d'Allons.

- Fig. 1. — *Cyclostoma mumia*, Lam. Torrent des Garets, couche inférieure au calcaire à nummulites.
- Fig. 2. — *Perna Garnieri*, Tourn. *Id. Id.* — La figure est faite d'après une empreinte meilleure des calcaires de Siest (Landes) (ma collection).
- Fig. 3^{a, b}. — *Trochocyathus Allonsensis*, Tourn. (7). Allons, couches supérieures au calcaire à nummulites.
- Fig. 4. — *Cyclolites Heberti*, Tourn. (8). *Id. Id.*;
 4^a. Vu par-dessus;
 4^b. Vu par-dessous;
 4^c. Vu de côté.
- Fig. 5. — *Cyclolites Garnieri*, Tourn. (9). *Id. Id.*;
 5^a. Vu par-dessus;
 5^b. Vu par-dessous;
 5^c. Vu de côté.
- Fig. 6. — *Tornatella simulata*, Brand. Allons, couche à tornatelles;
 6^a. Fragment de grandeur naturelle;
 6^b. Grossi.
- Fig. 7. — *Fusus Japeti*, Tourn. (10). *Id. Id.*
- Fig. 8. — *Stalagmium grande*, Bell. *Id. Id.*;
 8^a. Charnière de la valve droite.
- Fig. 9. — *Trochocyathus Renevieri*, Tourn. (11). *Id. Id.*;
 9^a. Vu de côté;
 9^b. Vu par-dessous.

PLANCHE VII.

Fossiles des grès supérieurs de Barrême.

- Fig. 1^{a, b}. — *Melania? Grateloupi*, d'Orb., variété (12).
- Fig. 2^{a, b}. — *Natica Garnieri*, Bayan (13).
- Fig. 3^{a, b}. — *Natica spirata*, Lam., var. *Barremensis* (14).
- Fig. 4. — *Cerithium Bayani*, Tourn.
- Fig. 5^{a, b}. — *Voluta subambigua*, d'Orb., var. *Barremensis* (15).
- Fig. 6^a. — *Idem?*
- Fig. 6^b. — *Idem?*
- Fig. 7. — *Strombus Garnieri*, Tourn. (16).
- Fig. 8. — *Idem?*

NOTES EXPLICATIVES.

- (1) *Deshayesia Alpina*. — D'Orbigny a méconnu la *Deshayesia* des Alpes. Il est douteux qu'il faille la chercher dans sa *Natica Rouyana*, qui, d'après sa propre collection, renferme toute autre chose, de jeunes *N. Vapincana*?, des *N. Picteti*?, etc. J'ai constaté au contraire, dans cette même collection, comme je l'ai dit ailleurs (*Journal de Conchyliologie*, 1872, *Auriculidées fossiles des faluns*), que c'est une *Deshayesia* de Faudon, écrasée et déformée, que d'Orbigny avait prise pour type de son *Pedipes Alpina*. Je crois donc pouvoir transporter ce nom spécifique à la *Deshayesia* des Alpes, qui me paraît, comme à M. Bayan, devoir constituer une espèce distincte de la *D. cochlearia*, Brongn., dont elle se différencie par sa taille moindre (je fais figurer le plus grand échantillon de la collection d'Orbigny), par sa forme carrée et géniculée, par sa callosité columellaire moins large, qui ne s'étale pas sur le ventre de la coquille et semble même ne jamais recouvrir entièrement l'ombilic, par l'absence du limbe ombilical, par le petit nombre des stries extérieures du labre, etc.

La coquille figurée porte extérieurement quelques stries transverses largement espacées, bien visibles sur le dos principalement.

- (2) *Cerithium Weinkauffi*. — Pour appliquer la loi rigoureuse de la priorité, je suis obligé de changer le nom si répandu de *C. elegans*, Desh., et je le remplace par celui de l'auteur qui a le premier signalé ce double emploi dans la nomenclature.

Je ne crois pas que les formes des Alpes puissent être détachées comme espèce du type oligocène.

- 3) *Cerithium Vulcani*. — C'est ce cérîte qui dans la collection d'Orbigny porte l'étiquette de *C. Vapincanum*, et qui n'a pas été connu de MM. Hébert et Renevier. L'occasion s'en présentant, je le fais figurer ici sous le nom de *C. Vulcani*, Brongn.; car, d'après cet échantillon unique, je ne vois pas de caractère suffisant pour distinguer l'espèce de Faudon de celle de Roncà.

- (4) *Cerithium hexagonum*, Lam.? — Je n'ai pas encore vu malheureusement d'exemplaire entier et bien conservé de ce cérîte, qui se distingue de celui du calcaire grossier par une taille moindre, plus étroite, moins pyramidale, par la constance et la régularité de ses quatre cordons granuleux transverses à chaque tour, etc., et qu'il est peut-être plus prudent, comme on l'a fait observer, de laisser provisoirement sans nom.

- (5) *Cerithium trochleare*, Lam. — Je fais figurer (fig. 7 et 7*) une forme qui répond parfaitement, « par ses deux carènes élevées, un peu dentées, reliées par des cloisons verticales, » à la définition du type de Lamarck, et qui, d'après ce que j'ai vu, est bien plus fréquente dans les Alpes françaises et suisses que la forme plus effacée des Diablerets figurée par MM. Hébert et Renevier. La forme que je

figure se rapproche assurément beaucoup de certaines formes communes à Gaas; et je trouve aussi quelque chose de bien voisin à Néhou, près de Valognes (Manche) (ma collection).

Le bel échantillon, représenté fig. 9, et qui provient, d'après la collection d'Orbigny, « des environs de Saint-André » (dans lesquels aussi se trouve Branchai), montre bien dans ses premiers tours le type *trochleare* passant ensuite à la variété *Diaboli*.

- (6) *Cerithium plicatum*, Brug. — Je ne puis pas faire figurer toutes les variétés que présente ce type dans les Alpes. Je donne seulement dans les figures 10, 10^a et 10^b, ce que je puis appeler le type de la variété *Alpina*; et dans les figures 10^c et 10^d, d'autres variétés qui se rapprochent beaucoup plus, la dernière surtout, des cérîtes généralement rangés sous ce nom spécifique dans l'oligocène.

Sur les échantillons parfaitement conservés d'Escragnolles, on peut voir (fig. 10^c), dans l'intérieur de la bouche, les granulations correspondant aux cordons extérieurs, aussi nettement que sur les échantillons de Mayence figurés par M. Sandberger.

- (7) *Trochocyathus Allonsensis*, n. sp. — Polypier de forme ovulaire, épais, surbaissé, de moitié plus large que haut (proportions de l'échantillon figuré : largeur du plus grand diamètre, 40 mill., sur 20 de hauteur). Bord arrondi. Face supérieure plus ou moins concave; face inférieure convexe, surbaissée, couverte de fines côtes rayonnantes, alternant avec d'autres un peu plus fortes.

Ce polypier, commun dans les couches d'Allons à operculines, varie beaucoup, comme on le voit par les figures, pour la hauteur et pour le nombre et la disposition des côtes de la surface. J'y ai compté généralement 50 côtes principales, avec 3 petites côtes intermédiaires dans leur intervalle, ou 100 côtes principales, avec une petite côte intermédiaire.

Après examen des types de la collection du Muséum et de la collection Michelin, je pense que ce polypier n'a que fort peu de rapports avec le véritable *Trochocyathus cyclolitoides*, Bellardi, de Nice et d'Annot, dont je l'avais d'abord rapproché, et qui est beaucoup plus petit, de forme circulaire, presque aussi haut que large, à face supérieure plate, avec un bord presque tranchant, etc.

- (8) *Cyclolites Heberti*, n. sp. — Polypier discoïde, sub-circulaire. Largeur maxima, 50 millim.; hauteur, 10 millim. Face supérieure presque plate; fossette calicinale petite, ronde; bord épais et arrondi. Cycles au nombre de 6?; cloisons sub-égales, finement granuleuses. Face inférieure plate; épithèque laissant apercevoir de fines côtes rayonnant du point d'adhérence sur la moitié environ de la surface, le reste étant couvert par des bourrelets concentriques onduleux.

Ce cyclolite diffère du *C. Alpina*, d'Orb., de Faudon, par sa

taille plus grande, son bord arrondi, ses cloisons non renflées au milieu, etc.

- (9) *Cyclolites Garnieri*, n. sp. — Polypier discoïde, ovale ou sub-circulaire. Largeur maxima, 39 millim., sur 4 ou 5 de hauteur. Face supérieure légèrement bombée: fossette calicinale oblongue; bord tranchant. Cycles au nombre de 3?; cloisons serrées, granuleuses ou crénelées, alternantes. Face inférieure plate ou même concave; épithèque forte, couvrant entièrement la muraille de ses bourrelets concentriques.

Nota. La surface d'adhérence de cette espèce est toujours cachée presque entièrement par un *Orbitoides submedia*, sur lequel s'est fixé le jeune polypier. Cette particularité s'observe également pour une autre espèce de San Giovanni Ilarione, le *Cyclolites ephippiata*, d'Ach., qui adhère toujours, lui, à un *Orbitoides sella*, comme l'a remarqué M. d'Achiardi (*Coralli foss.*, 1867).

Le *Cyclolites Garnieri* se retrouve dans le Vicentin, dans les couches à *Serpula spirulæa* de Val Organa. Est-ce ce polypier que M. d'Achiardi a eu en vue dans son catalogue (*loc. cit.*), sous le nom de *Cyclolites Zignoi*, et dont il n'a pas donné (du moins dans ce catalogue) d'autre désignation que celle de sa ressemblance avec le *Cyclolites Allavillensis*, Edw., lequel est beaucoup plus petit, etc.? Je ne sais.

- (10) *Fusus (Cyrtulus) Japeti*, n. sp. — Espèce procédant du *Fusus Noë*, Lam., comme le *F. scalaris*, Lam., des sables moyens; intermédiaire entre les deux. Spire aiguë, noduleuse, couverte de stries rugueuses transversales, qui s'effacent presque entièrement sur l'avant-dernier et sur le dernier tour pour reparaitre très-fortes sur le canal. La rampe scalaire des deux derniers tours est canaliculée et bordée extérieurement par un bourrelet caractéristique, qui est comme étranglé par une ligature qu'on n'observe pas sur le *Noë* ou sur le *scalaris*. Ce caractère est si constant sur tous les individus que nous avons pu observer et qui proviennent, à de très-grandes distances, du même horizon, dans les Basses-Pyrénées, les Basses-Alpes et le Vicentin, qu'il nous a engagé à détacher cette forme, comme espèce particulière, du groupe si curieux des *Cyrtulus* éocènes.

L'échantillon figuré nous a été obligeamment communiqué par M. Bayan, qui l'a recueilli dans les couches à *Serpula spirulæa* de Via di Orti, près Cavaso, dans le Bassanais (coll. École des Mines).

- (11) *Trochocyathus Renevieri*, n. sp. — Jolie espèce à 5 épines, plus voisine du *T. armatus*, Mich., de la Superga, que du *T. perarmatus*, Tallav., de Bos d'Arros, malgré la différence des horizons stratigraphiques; mais plus petite que l'*armatus*, plus étroite intérieurement, et à lamelles latérales plus nombreuses (60?).

- (12) *Melania* (*Diastoma*, Desh.) *Grateloupi*, d'Orb. sp. — Variété constante à Barrême, à ornementation fine et effacée, et de forme étroite et allongée, que je ne retrouve pas parmi les variétés de la même espèce à Gaas; cette espèce d'ailleurs, je puis l'assurer, n'est pas toujours aussi facile à distinguer de la *M. costellata* de Paris que le dit M. Deshayes.
- (13) *Natica Garnieri*, Bayan, de grandeur naturelle. — Depuis la remise de ma note, M. Lory ayant eu l'obligeance de me communiquer l'échantillon type, unique et mutilé, de la *N. Beaumonti*, Héb. et Rnv., j'ai pu m'assurer que la naticite de Barrême constitue une espèce différente de celle de Gap. Celle-ci, qui a été restituée idéalement dans la figure 2^a du travail de MM. Hébert et Renévier, est bien plus près des types *sigaretina* et *patula* que celle de Barrême; elle se distingue de cette dernière par l'arête tranchée qui limite son limbe ombilical, et en ce que le point de jonction, de commissure, du labre et du bord columellaire supérieur est porté bien plus en avant et bien plus dans l'axe de l'ombilic que le même point dans l'espèce de Barrême : la forme générale de celle-ci est aussi plus globuleuse, etc.

Je m'empresse donc d'adopter pour l'espèce caractéristique du grès de Barrême le nom spécifique de *Garnieri* que M. Bayan a proposé de lui donner (1).

- (14) *Natica spirata*, Lam?, var. *Barremensis*. — Cette naticite me paraît se distinguer à la fois de la *N. spirata* du calcaire grossier et de celle de San Gonini. Elle s'éloigne surtout de cette dernière par ses tours plus ronds, sa spire plus haute et moins aiguë cependant, sa rampe moins accusée, moins large. — C'est peut-être plus qu'une variété. Cependant les rares échantillons de Barrême que j'ai vus ne sont pas assez complets et pas assez irréprochables pour que je puisse me décider à en faire une espèce nouvelle.
- (15) *Voluta* (*Lyria*) *subambigua*, d'Orb., var. *semistriata*. — C'est des variétés demi-striées et à larges côtes de Gaas que celle-ci se rapproche évidemment le plus, sans qu'il y ait cependant identité des deux côtés : la disposition de la rampe spirale n'est pas la même à Gaas et à Barrême. Il y aurait une monographie à faire de ces *Lyria* intéressantes et difficiles de l'éocène et de l'oligocène.

Fig. 6^a. — Variété de la même espèce?, *costis numerosis*, *strictis*, *supernè flexuosis*.

Fig. 6^b. — Autre variété?, *gibbosa*, *inermis*, *costis evanescentibus*. J'ai vu assez de fragments des volutes de Barrême, pour croire qu'elles se rattachent peut-être les unes aux autres par une série de passages gradués qui vont depuis la forme élégante *subambi-*

gua jusqu'à des formes gibbeuses, lourdes et sans ornements, qui sont en tout cas particulières à Barrême.

- (16) *Strombus Garnieri*, n. sp. — Les débris de ce strombe, voisin mais différent du *S. radix* de Brongniart, sont abondants dans les grès de Barrême. Malheureusement l'état toujours défectueux des échantillons que l'on arrache à cette roche, ne me permet pas d'en donner pour le moment une figure complète et satisfaisante. Je fais seulement figurer (7^a) une spire montrant la disposition caractéristique des épines qui sont engagées dans les tours. D'après d'autres fragments du corps même de la coquille, l'ensemble rappellerait beaucoup le *Strombus Vialensis*, Fuchs.

Je fais représenter aussi (fig. 8) un beau fragment remarquable par la force et la saillie des épines, qui constitue peut-être une espèce distincte de la précédente, du groupe du *Strombus granulatus*, Gray, vivant, etc. Cependant il ne serait pas impossible qu'il appartint encore à un *Str. Garnieri*, très-adulte et à épines dégagées, comme il arrive dans plusieurs espèces vivantes dont la spire est analogue.

M. Tournouër présente ensuite un travail qu'il vient de publier sur les *Auriculidées fossiles des faluns* (voir la *liste des dons*), et il donne, à ce sujet, les détails suivants :

Sur les Auriculidées fossiles des faluns, par M. Tournouër.

J'ai l'honneur d'offrir à la Société une Étude monographique sur les coquilles fossiles de la famille des *Auriculidæ* qui se trouvent dans les dépôts marins littoraux miocènes et pliocènes de la France, étude qui a paru récemment dans le *Journal de Conchyliologie* (t. XII, n° 1, janvier 1872).

Ce travail porte sur *dix-huit* espèces du miocène de la Touraine et du Sud-Ouest, et sur *quatre* espèces du pliocène de Montpellier.

Sur les dix-huit espèces miocènes, aucune n'est commune avec l'éocène, ni avec le pliocène; deux appartiennent exclusivement au sous-étage des faluns de Bazas (étage aquitainien, Mayer) du Sud-Ouest; deux autres sont communes à ce sous-étage et à l'étage des faluns proprement dits; toutes les autres sont particulières à ce dernier. Sur ces dix-huit espèces, dix sont nouvelles; plusieurs autres, déjà connues, ont dû seulement changer de nom, par suite de la critique synonymique à laquelle je les ai soumises.

Les quatre espèces pliocènes des sables de Montpellier à

Potamides Basteroti, M. de S., avaient été signalées et décrites par Marcel de Serres. Les noms seuls ont dû être révisés; je n'ai eu à y ajouter aucune forme nouvelle.

Au point de vue zoologique, ces vingt-deux espèces néogènes, qui forment un total égal à celui des espèces éocènes du bassin de Paris décrites par M. Deshayes, se répartissent à peu près par moitié entre les deux sections, artificielles d'ailleurs, des Auricules à labre mince ou *Melampea* de Pfeiffer, et des Auricules à labre épais ou *Auriculea*, Pf. Le fait le plus intéressant me paraît être la constatation dans les faluns du type vrai des *Melampus*, répandu aujourd'hui à la fois aux Antilles et en Polynésie, représenté par l'ancienne *Auricula turonensis*, Desh., et par une petite espèce nouvelle, *Melampus pilula*; et du type des *Plecotrema*, Adams, groupe curieux de très-petites espèces de la Mer rouge, de l'Océan indien et de la Polynésie, et qui est représenté dans nos faluns par trois espèces certaines : *Plec. marginalis*, Grat., *Plec. callibasis*, Des M., toutes deux du falun de Bazas, et *Plec. Bourgeoisi*, nob., de Pontlevoy; et par deux autres espèces nouvelles, moins typiques.

Le type *Cassidula*, très-répandu sur les mêmes rivages que le type précédent, me paraît également représenté déjà en Touraine par l'*Auricula umbilicata*, Desh.

Les autres formes sont des Méléampées diverses qui rentrent assez difficilement dans les cadres des petites coupes de cette grande section, *Tralia*, *Alexia*, *Leuconia*, etc., ou qui sont même perdues.

Le type des *Auricula* proprement dites, si bien représenté dans l'oligocène de Gaas et du Vicentin par deux grandes espèces caractéristiques, ne l'est guère ici que par la petite *A. oblonga* de Touraine. Mais le fait de la présence et de l'association des *Melampus*, des *Plecotrema*, des *Cassidula*, donne, à lui seul, à l'ensemble de cette petite faune une physionomie franchement moderne, tropicale et polynésienne, toute différente de celle de la même famille à l'époque éocène.

Les tendances qui s'étaient manifestées à cette dernière époque vers les *Scarabus*, les *Marinula* ou les *Pedipes*, ou les formes de Méléampoides tout à fait originales et complexes du Suessonien (*A. dentiens*, Desh., *A. adversa*, Desh., *A. præstans*, Desh., etc.), ont disparu pour faire place à ces types franchement modernes et actuels, qui apparaissent tout à coup dans le miocène et qui disparaissent avec lui, pour laisser eux-mêmes la prédominance, pendant l'époque pliocène, aux

formes qui caractérisent aujourd'hui la faune européenne (*Alexia*, etc.).

La marche paléontologique de cette petite famille est liée ainsi à celle de la faune marine en général à l'époque tertiaire; et ses rapports de composition générique avec la distribution géographique actuelle des espèces sont intéressants à étudier. Je me réserve d'ailleurs de revenir sur ces considérations, et de donner le tableau complet, avec la distribution stratigraphique depuis les temps les plus anciens, de toutes les espèces connues d'auricules fossiles (leur nombre doit s'élever maintenant de 60 à 70), lorsque les espèces déjà signalées mais non encore décrites, soit dans le tertiaire inférieur de la Belgique, soit dans le crétacé supérieur de la Provence, auront été publiées et pourront être appréciées.

M. Albert Gaudry donne lecture, au nom de M. Chapuis, de la note suivante :

Sur un ossement trouvé dans les marnes blanches supérieures au gypse, par M. Albert Chapuis.

Je demande à la Société géologique la permission de lui soumettre un os fossile que j'ai trouvé dans les buttes Saint-Chaumont. Cet os est un métatarsien ou métacarpien médian, dont la partie inférieure est seule conservée. Il a dans cette partie 60 millimètres. Il est un peu plus fort que chez les *Palæotherium magnum* connus jusqu'à présent, et a la même dimension que chez les rhinocéros de taille moyenne. Je l'ai recueilli, près de la rue d'Hautpoul, entre le chemin de fer de ceinture et les fortifications, dans la marne blanche ou grisâtre qui est située au-dessous des marnes à *Cyrena convexa*. C'est, je crois, dans la même couche que M. Bonduelle a trouvé le rongeur appelé par M. Lartet *Trechomys Bonduellii*, et que M. Tombeck a découvert deux dents attribuées au *Theridomys Cuvieri*, Gervais (1).

M. Hébert fait une communication sur la comparaison des bassins tertiaires de Paris et de Bruxelles.

M. Vélain met sous les yeux de la Société une carte géo-

(1) *Ann. des Sc. nat.*, 5^e série, t. XII, p. 151.

Soc. géol., 2^e série, t. XXIX.

logique de la région qui s'étend entre les Alpes, l'Isère, le Rhône, la Durance et le Verdon, et donne des détails sur les excursions que la Société pourra faire dans sa réunion extraordinaire de 1872.

Le secrétaire présente à la Société, de la part de M. Dau-brée, des échantillons du phosphate de chaux du Quercy, dont il a été question dans l'une des dernières séances, et annonce la découverte de la lherzolite dans la Nouvelle-Calédonie.

M. de Chancourtois met sous les yeux de la Société une boussole qu'il vient de faire construire.

M. Munier-Chalmas a eu l'occasion d'étudier la structure d'une bélemnite tertiaire, sur un fragment recueilli par M. Hébert dans les sables de Beauchamp, à Bremier. — M. Schloenbach est le premier auteur qui ait décrit une bélemnite tertiaire sous le nom de *Belemnites rugifer*. Cette espèce appartient au même groupe que le fragment découvert par M. Hébert; il en diffère très-peu spécifiquement. La structure du test de l'espèce des sables de Beauchamp rappelle à la fois l'organisation du test des *Beleoptera*, des *Belosepia*, et des *Belemnites*. Cette espèce et le *Bel. rugifer* diffèrent, en outre, des véritables bélemnites par leur rostre présentant deux sillons sublatéraux, et par la section ovale de leur fragmo-cône qui est beaucoup plus étroit et plus allongé. M. Munier dédie avec plaisir ce genre à M. Bayan, qui a rapporté de l'éocène moyen de Roncà de forts beaux exemplaires du *Bel. rugifer*, et le désigne par conséquent sous le nom générique de *BAYANOTEUTHIS*. Il remettra un travail détaillé avec figures, sur ce sujet.

Il fait remarquer, en outre, que les béloptères du bassin de Paris présentent deux types génériques très-distincts : le premier, muni d'appendices aliformes, est le genre *Beleoptera*; le second, privé de ces appendices et n'offrant plus que des crêtes latérales, doit, suivant lui,

constituer un genre nouveau qu'il désigne sous le nom de *Belopterina*, et dont le type serait le *Beloptera Levesquei*, des sables de Cuise.

Le secrétaire analyse les notes suivantes de M. Tardy :

Aperçu sur les collines de Turin, par M. Tardy.

1^e LEUR CONSTITUTION.

Les collines de Turin ou du Montferrat s'étendent de Moncalieri à Casale, en décrivant un arc de cercle à peu près parallèle à ceux formés par les Alpes et par le Jura. L'axe granitique qui relève les serpentines sur la route de la Spezia à Sestri (1), et qui a sa direction parallèle à l'ensemble de la chaîne des Apennins, semble avoir produit des accidents remarquables sur son prolongement à travers les différents systèmes de montagnes que nous venons de rappeler : entre autres, la mise au jour des serpentines au milieu des collines du Montferrat (2). Ces dernières sont aussi limitées, au nord-ouest, par la direction d'une des grandes failles des Alpes. Enfin, ces collines s'élèvent isolées au milieu d'une grande plaine qui se divise géologiquement en deux parties. La plaine du sud est formée de less raviné par les affluents du Tanaro. Celle du nord est constituée par les cônes des torrents des Alpes (3), qui ont rejeté le cours du Pô au pied nord de la colline.

Le soulèvement des collines du Montferrat est à peu près du même âge que celui des Alpes et du Jura. En effet, dans ces chaînes, le miocène inférieur et moyen est fortement redressé, tandis que, autour d'elles, le miocène supérieur n'a plus qu'une pente de quelques dizaines de mètres par kilomètre, le pliocène quelques mètres, et le quaternaire moins de trois mètres. La pente de ces trois derniers dépôts est trop faible pour qu'elle puisse être le résultat d'un soulèvement, tel que celui d'une montagne. Ce ne peut être que l'effet d'un mouvement faible et général.

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. XXIX, p. 427 ; séance du 20 mai 1872.

(2) Gastaldi, *Sulla esistenza del Serpentino in posto nelle colline del Montferrate* ; *Atti della R. Accademia delle scienze di Torino*, t. I, p. 464 ; avril 1866.

(3) Gastaldi ; *Atti della Soc. ital. di Scienze naturali*, t. I, n^o 3 ; 1865.

Les collines du Montferrat présentent la coupe suivante, à partir de la couche la plus ancienne : 1° calcaire (*Alberese*), 2° (*Macigno*), 3° argile (*Scagliosa*), 4° marnes fragmentaires, 5° zone des conglomérats. Ensuite viennent les marnes du miocène supérieur.

La zone des conglomérats est formée par une même série de quatre couches se superposant cinq fois à elle-même. Une des quatre couches est sableuse et souvent fossilifère. Ces fossiles ont permis aux paléontologistes de fixer l'âge des conglomérats et d'établir qu'ils représentent la partie supérieure du miocène inférieur et le miocène moyen (1).

La partie des collines du Montferrat que l'on appelle collines de Turin, s'étend à l'ouest de la chaîne, en face de Turin, de la Superga au nord-est, à Moncalieri au sud-ouest. Elle est formée par la zone des conglomérats.

Les collines de Turin se présentent à l'observateur placé vers la Porte de Milan, à Turin, sous l'aspect d'un vaste cirque divisé par des chaînes de monticules en plusieurs vallées, dont les torrents descendent au Pô en aval de Turin. Au fond les montagnes sont moins élevées que sur les côtés. A l'extrémité de la crête qui forme le côté nord du cirque, se dresse la basilique de la Superga. Le côté sud est formé par plusieurs contreforts élevés, se ramifiant autour du Bric della Maddalena, le sommet le plus élevé; leurs vallées aboutissent au Pô en amont de Turin. Du côté sud-est des collines, l'érosion n'a entamé que faiblement la masse des conglomérats miocènes.

En parcourant tous les ravins, et relevant dans chacun d'eux la direction des couches, j'ai reconnu que l'axe de soulèvement, qui a près de onze kilomètres de la Superga à Moncalieri, est sensiblement courbe.

A l'origine, les couches formaient une série de demi-calottes paraboloides, imbriquées les unes sur les autres, leurs sommets étant du côté de Moncalieri au sud, et leur ouverture tournée vers la Superga au nord. En effet, les coupes prises dans les ravins, presque tous perpendiculaires à l'axe, donnent des origines d'arcs concentriques, et même des voûtes dans quelques points. Dans le sens de l'axe, la coupe donne cinq origi-

(1) Gastaldi, *Atti R. Acc. sc. Torino, loc. cit.*; et *Frammenti di Geologia del Piemonte; Mem. R. Acc. sc. Torino, 2^e sér., t. XX; 1861.*

nes de demi-para-boles. Enfin, si, comme je l'ai fait, on ramène sur le plan d'horizon les nombreux points que j'ai relevés, on obtient, comme trace des bancs de conglomérats, cinq para-boles à peu près concentriques. La demi-ouverture de celle qui limite la montagne au sud-est, est d'environ trois kilomètres, à la hauteur de la Superga. En admettant, ce qui, du reste, est peu probable, que les couches n'aient pas été immédiatement démolies par le soulèvement, cette extrémité des collines du Montferrat devait atteindre l'altitude de mille mètres au-dessus de la mer actuelle, tandis que les sommets les plus élevés au-jourd'hui sont la Superga, 672 mètres d'altitude, et le Bric della Maddalena, 716 mètres d'altitude. Avec ces données on peut évaluer approximativement le déblai produit par les agents atmosphériques depuis le soulèvement. Ce déblai de six à sept kilomètres cubes donne l'explication de la puissance des dépôts erratiques de la Haute-Italie.

La coupe complète du système des couches de la colline de Turin s'obtient en partant du pied sud de la montagne sur laquelle s'élève la basilique de la Superga, et en marchant vers l'extérieur de la chaîne des collines, par exemple en suivant l'axe pour aller vers Moncalieri. Cette coupe, qui se reproduit toujours la même, soit en entier, soit par fractions, suivant le chemin parcouru, est, de haut en bas, la suivante :

Extérieur de la montagne (couches supérieures).

K			Calcaire dur.
	c^5	.	Grès jaunâtres.
	b^5	.	Marnes blanches.
	a^5	.	Gravier et sables non roulés.
5			Poudingues (épaisseur variable), avec blocs.
		g	Sables compactes et jaunis par places.
		f	Marnes blanches.
	c^4	e	Gravier blanc cimenté par des stalactites calcaires.
		d	Petit lit de poudingue fragmentaire ocreux.
	b^4	.	Marnes blanches.
	a^4	.	Gravier fragmentaire non roulé.
4			Poudingue puissant (gros blocs serpenteux) (<i>supérieur de Gastaldi</i>).
	c^3	.	Sables marneux noir-bleuâtre.
	b^3	.	Marnes blanches.
	a^3	.	Gravier fragmentaire non roulé.
3			Poudingues (assez grande épaisseur).
	c^2	.	Sables marneux noir-bleuâtre.
	b^2	.	Marnes blanches.
	a^2	.	Gravier fragmentaire non roulé.
2			Poudingue (faible épaisseur).
	c^1	.	Sables marneux noir-bleuâtre.
	b^1	.	Marnes blanches.
	a^1	.	Gravier fragmentaire non roulé.
1			Poudingue puissant (gros blocs calcaires) (<i>inférieur de Gastaldi</i>)
	c	.	Sables marneux noir-bleuâtre.

Centre de la montagne (couches inférieures).

Toutes ces assises, les marnes exceptées, sont formées des débris visibles des roches alpines, parmi lesquelles dominent les roches serpentineuses, les roches diallagiques et les porphyres.

Les couches c , c^1 , c^2 , c^3 , sont des couches sableuses, mêlées d'une sorte de glaise vaseuse, bleuâtre, qui les rend imperméables à l'eau, aussi partout où elles affleurent aperçoit-on des sources. Celles-ci sont très-faibles parce que les couches ne présentent que leur tranche supérieure; c'est pour cela que pendant tout l'été les torrents sont à sec. Ces couches, c , d'une couleur pâle vers la base, sont, au contraire, presque noires au contact des bancs de poudingues qui les recouvrent. J'ai cru, sur quelques points, pouvoir y reconnaître, vers le haut, des traces d'infiltrations ferrugineuses et aussi des traces de végétation sous forme de petits lits noirâtres, comme si ces assises étaient restées assez longtemps découvertes, avant d'être recouvertes par les dépôts de poudingues qui leur font suite.

La même observation s'applique à l'assise c^4 , que j'ai pu facilement séparer en quatre couches : d , e , f , g . La couche d est un petit lit de poudingue, dont les cailloux sont généralement brisés et pénétrés d'ocre : ce banc ne se retrouve pas partout. La couche e est un sable comme celui des autres assises inférieures c , seulement il est resté blanc et a été cimenté, sous forme de stalactites, par des infiltrations calcaires. Cette action s'est d'ailleurs prolongée pendant longtemps, car on retrouve dans le lœss quaternaire, étagé sur les flancs de la colline, des bancs de concrétions calcaires dures, de la couleur de ce lœss. L'assise f est une marne calcaire peu épaisse. L'assise g est encore une grande masse de sables compactes, qui présentent un phénomène de coloration assez singulier; ce sont de grandes taches jaunes, couleur de lœss, nettement limitées sur leur bord et nullement fondues.

La couche c^5 est un grès sableux uniformément coloré en jaune; mais cette coloration est peut-être ici le résultat des infiltrations qui ont traversé la grande épaisseur de lœss jaunâtre sableux qui recouvre cette couche.

Les assises b sont toutes des marnes blanches, très-puissantes et fissiles en un grand nombre de lits minces. Les marnes inférieures (b^1 , b^2 , b^3) sont compactes et dures; au contraire, les supérieures (b^4 et b^5) sont friables et fossilifères en quelques points.

Les assises *a* sont des couches de menu gravier jaunâtre, qui renferment beaucoup de grains de serpentines vertes. Ces graviers sont formés de grains fragmentaires; c'est une agglomération de sables concassés et nullement roulés; néanmoins ils contiennent souvent, surtout vers leur partie supérieure, de très-beaux fossiles très-bien conservés. Ceci prouve qu'ils n'ont pas été concassés dans le lieu où ils se trouvent actuellement.

Enfin, les bancs de poudingues sont formés de roches toutes erratiques, venant généralement des Alpes, comme l'a prouvé M. Gastaldi (1). Parmi ces roches, les plus dures et aussi les mieux polies sont les roches noires à diallage. Ces poudingues sont quelquefois cimentés par un sable fin et verdâtre, au milieu duquel j'ai trouvé des fragments de coquilles. D'autres fois, les sables verdâtres sont restés graveleux ou ont fait défaut; dans ces deux derniers cas, les poudingues se sont laissés pénétrer par les infiltrations ocreuses de l'époque quaternaire et se désagrègent facilement.

Chaque assise de poudingues mérite quelques mots de description spéciale.

L'assise inférieure, 1, est très-puissante; elle ne renferme pas de gros blocs alpins, mais présente au milieu de tous ses cailloux de roches dures, des cailloux et même des blocs de plusieurs mètres cubes de calcaire albérèse, qui sont exploités autour de la Superga pour chaux hydraulique. Ce qu'il y a de plus étonnant, c'est que ces blocs de calcaire ont toujours leurs arêtes vives et semblent n'avoir jamais été roulés, tandis que les cailloux alpins sont tous plus ou moins arrondis. Le calcaire albérèse est en place près de Casale, à environ 60 kilomètres. Il n'y a presque pas eu de patine produite sur les cailloux par les eaux de la mer miocène. Cette assise présente le sommet de sa parabole dans le Rio de Reaglie, en face de la villa Bassa d'Harcourt; sa branche nord-ouest se montre à la villa Gheresi et à la Superga; sa branche sud-ouest doit être au Monte di Serra Lunga (2).

L'assise 2 est peu puissante et renferme très-peu de cailloux calcaires. Les cailloux alpins semblent avoir été rou-

(1) *Mem. Acc. sc. Torino, loc. cit.*

(2) Noms de lieux de la carte de l'État-major italien au 50 millième, publiée en 1861.

lés par la mer, qui les a recouverts d'une patine très-épaisse, cireuse et d'une odeur particulière lorsqu'on la frotte. Les blocs les plus gros ont environ un quart de mètre cube. Cette assise montre sa voûte sous la villa Bertalosone, son sommet en face Il Malet et sa branche nord-ouest à la villa Vicino.

L'assise des marnes blanches *b*² montre sa voûte à la villa Bertalosone.

L'assise 3 des poudingues est très-puissante; elle est formée par un grand nombre de lits de cailloux roulés et renferme très-peu de blocs. Tous les cailloux et blocs sont d'origine alpine; le sable qui les cimente est grossier, aussi ces couches se désagrègent facilement. On voit son sommet dans l'affluent droit du val Salice, près de la Grangia; sa branche nord-ouest à Santa Margarita et aux villas Ugonin, Seyssel, Cerutti; sa branche sud-est se montre à la villa Vermetti, au Termofora, et constitue le sommet du mont Capra.

Les sables *c*³ sont fossilifères au-dessus du Capra.

L'assise 4 forme, avec l'assise 1, les deux plus puissants bancs de poudingues. Mais, tandis que dans l'assise 1 les gros blocs sont du calcaire albérèse, il n'y a plus de calcaire dans l'assise 4, et tous les gros blocs sont de serpentine. Ceux-ci se trouvent dans la partie supérieure. Les cailloux de ce banc de poudingues sont, comme ceux du banc inférieur, sans patine, entassés pêle-mêle et fortement cimentés. Parmi les blocs, nous devons citer ceux du Bric della Maddalena, qui sont visibles de Turin et que j'ai mesurés. Il y en a une dizaine, dont les dimensions varient entre 16 et 40 mètres cubes. Sur le versant sud-est, il y a encore la Petra di Vescovo, qui est piriforme et cube 30 mètres. Ces blocs sont presque tous encore engagés dans le poudingue; il n'y en a pas d'autres isolés. Aussi faut-il reconnaître que tous ces blocs sont erratiques miocènes, comme le conglomerat dont ils font partie. Cette quatrième assise a son sommet de Cavoretto à la villa Robbi; sa branche nord-ouest se montre au bas du val Salice, à la villa Francesetti, à S. Vito; sa branche sud-est passe à la Viola, à la Maddalena, au Croce et au Bric S. Vito.

L'assise 5, la plus supérieure et la dernière, est fortement cimentée; elle renferme beaucoup de blocs moyens et forme les sommets secondaires du côté sud-est de la colline, dont la chaîne principale est constituée par la quatrième assise. Les cailloux de ce cinquième banc n'ont été nullement altérés

par la mer miocène; ils sont entassés pêle-mêle, sans aucun ordre de grosseur. Le sommet de sa parabole est à Moncalieri; sa branche nord-ouest se montre sous le village de Cavoretto et peut-être dans le lit du Pô; sa branche sud-est se voit au Monte Calvo, à S. Gavoni et au Bric Manuel.

Au sud-est de ces derniers sommets, il n'y a plus que des collines de lœss et de terrain pliocène.

Chaque fois qu'une assise de poudingues a présenté son affleurement à l'action des eaux quaternaires, celles-ci ont repris les sables et les cailloux, et les ont stratifiés horizontalement aux environs. Les sables ainsi remaniés sont à grains arrondis, et les cailloux aplatis en forme de galets. Les eaux quaternaires ont déposé à différentes hauteurs de puissantes assises de lœss; celles-ci renferment toutes, excepté la plus élevée, des couches fossilifères. Mais les coquilles y sont toutes d'eau douce, tandis que celles des sables miocènes sont marines.

Nous ne parlerons pas ici des terrains quaternaires déposés sur les collines de Turin, nous en ferons l'objet d'une communication à part.

L'action des eaux quaternaires sur les poudingues et sur les graviers qui les accompagnent montre que ces dépôts erratiques miocènes n'ont été que très-peu roulés par la mer de cet âge, puisque les graviers non remaniés sont à grains anguleux comme des brèches. En outre, ils n'ont pas été concassés sur place, puisqu'ils renferment des fossiles marins bien conservés. Et cependant ces graviers fragmentaires sont à 20 kilomètres de la montagne serpentineuse la plus voisine, le mont Musine, situé au débouché de la vallée de Suze.

Cet état fragmentaire des graviers semble coïncider avec l'amoncellement, sans aucun ordre de grosseur, des sables, des cailloux et des blocs dont l'assemblage constitue les poudingues.

2° ORIGINE DES CONGLOMÉRATS.

Cet amoncellement avait depuis longtemps attiré l'attention des géologues.

Lorsque M. B. Gastaldi, professeur de géologie à Turin, décrit, avec M. Ch. Martins, les moraines d'Ivrée et de Rivoli (1),

(1) *Essai sur les terrains superficiels de la vallée du Pô. Bull. Soc. géol., 2^e sér., t. VII, p. 554; 1850.*

il avait déjà étudié ces conglomérats; mais ce ne fut que plus tard, en 1864, qu'il publia un travail sur ce sujet (1). Il résulte de cette publication que M. Gastaldi « a reconnu un aspect et une origine glaciaires à ces dépôts miocènes. » Plusieurs autres savants ont cité, d'après lui, les cailloux striés de ces poudingues. Et notre très-regretté savant maître et ami, Ed. Lartet, calculant l'importance de ce fait, m'engagea à étudier les collines de Turin sous ce dernier point de vue (2). Aussi, dès que je fus libéré du service militaire, après la paix de 1871, je me rendis à Turin, où l'accueil très-bienveillant qui m'y fut fait me permit de prendre connaissance des travaux publiés sur ce sujet et d'explorer pendant six mois, pas à pas, tous les sentiers et tous les ravins de la colline.

Pour étudier les poudingues au point de vue de leur mode de formation, je me suis d'abord assuré qu'en effet il y avait beaucoup de cailloux striés, même dans les poudingues fortement agglutinés. Ceci prouve que le striage est antérieur à l'agglutination des poudingues. Ensuite j'ai reconnu que les diallagites noires étaient les roches les plus dures, les plus compactes, parmi celles qui prennent un beau poli. Opérant alors comme en 1870 avec les silex du diluvium parisien (3), je n'ai examiné que ceux des cailloux de cette roche dure diallagique qui étaient encore engagés dans la masse.

Dans les poudingues, tous les cailloux ont généralement la forme de poires avec une face plane; beaucoup de gros blocs affectent aussi cette forme, par exemple la Petra di Vescovo, de 30 mètres cubes. Ces cailloux, lorsqu'ils sont striés, ne le sont en général que sur la face plane. L'abondance des cailloux striés et l'état de conservation des stries varient suivant les assises de poudingues. Quelques mots sur chaque assise.

(1) *Mem. Acc. sc. Torino, loc. cit.*

(2) Ce fait lui expliquait seul « les différences considérables qui existent entre la faune fossile de Sanson et la faune actuelle; aussi n'admettait-il pas que les animaux actuels aient pu descendre directement de la population miocène reconstituée par lui (1), et me faisait-il pressentir dans les dépôts à cailloux striés des collines de Turin le représentant géologique d'une lacune paléontologique. (Note ajoutée pendant l'impression.)

(3) *Bull. Soc. géol., 2^e série, t. XXVII, p. 564; 1870.*

(1) Cette phrase, extraite de la note de M. Fischer sur les travaux scientifiques d'Ed. Lartet (*Bull., 2^e sér., t. XXIX, p. 252, l. 9*), me rappelle sa pensée sur ce sujet.

L'assise inférieure, 1, renferme beaucoup de cailloux de toute grosseur très-bien striés; mais les blocs de calcaire albérèse, qui sont presque tous anguleux, ne présentent aucune strie. Il y a environ quatre cailloux striés sur dix de diallagite.

Dans l'assise 2, les cailloux ont été roulés et patinés par la mer. Néanmoins, en cherchant, on trouve environ un caillou sur dix dont les stries ont, au moins en partie, échappé à la destruction produite par le choc des cailloux les uns contre les autres.

L'assise 3 est dans le même cas que l'assise 2, quoiqu'elle soit plus puissante.

L'assise 4, qui renferme les plus gros blocs de roches serpentineuses, contient, comme l'assise 1, environ quatre cailloux striés sur dix de roches diallagiques. Il y a aussi des stries sur des blocs de toute grosseur. Cette assise formant deux sommets contigus, les plus élevés de la colline, le Croce et la Maddalena, présente, à première vue, l'aspect d'une véritable moraine, et la configuration générale de la colline vient encore ajouter à cette illusion. On croit involontairement, en arrivant sur ces sommets, se trouver sur la crête de la moraine d'un des glaciers des Alpes; mais ce n'est qu'une illusion, comme le prouve l'étude stratigraphique que nous avons donnée en commençant.

Enfin l'assise 5, qui renferme encore beaucoup de blocs métriques, présente environ trois cailloux striés sur dix.

Ainsi, suivant les assises de conglomérat, le nombre des cailloux striés de roche diallagique varie de un à quatre sur dix. Ce rapport n'arrive jamais à celui de sept sur dix qui existe pour les silex striés du bassin de Paris. Ce dernier rapport est presque aussi élevé que celui des dépôts quaternaires les mieux caractérisés, lequel ne dépasse jamais, à ma connaissance, le rapport de huit cailloux striés sur dix de roches striables.

Néanmoins, de l'ensemble des caractères présentés par ces cinq assises de conglomérats, nous devons conclure, avec M. Gastaldi (1), qu'elles sont glaciaires, parce que :

- 1° On y trouve des cailloux présentant des stries glaciaires;
- 2° Presque tous les cailloux ont encore la forme affectée par ceux des moraines, quoiqu'ils aient été roulés par la mer miocène postérieurement au striage;

(1) *Mem. Acc. sc. Torino, loc. cit.*

3° Comme j'ai eu occasion de l'observer, il existe dans les poudingues, aussi bien que sur les moraines les mieux caractérisées, beaucoup de cailloux arrondis striés ou non;

4° L'amoncellement des sables, des cailloux et des blocs s'est fait sans aucun ordre de grosseur;

5° Les graviers qui les accompagnent sont fragmentaires et nullement roulés.

Mais il faut ajouter que ces dépôts d'origine glaciaire, descendus des Alpes, ont été déposés dans la mer miocène, parce que :

1° On trouve au milieu des conglomérats, dans le sable qui les agglutine, des fragments de coquilles;

2° Les sables fragmentaires qui correspondent au commencement et à la fin de chaque phase du phénomène, renferment des fossiles marins très-bien conservés.

Cette production glaciaire a été continue pendant toute la durée de la formation de la zone des conglomérats, et ce furent cinq recrudescences de l'intensité glaciaire qui firent descendre les glaciers jusque dans la mer.

En effet, entre les cinq bancs de conglomérats qui correspondent aux cinq recrudescences, on trouve à toute hauteur et dans toutes les couches, des blocs et des cailloux disséminés. Ceux-ci sont de toutes formes, et sur quelques-uns on voit des stries.

La zone des conglomérats des collines de Turin nous prouve donc l'existence de glaciers miocènes.

3° EXTENSION DU PHÉNOMÈNE.

Ce dépôt de conglomérats est très-étendu, on le retrouve dans toutes les coupes des géologues italiens. M. Gastaldi l'a étudié dans tout le Piémont, en 1861 et en 1866, et l'a décrit comme glaciaire (1). M. G. Guiscard, professeur à Naples, en a récemment reconnu les caractères glaciaires aux environs de cette ville. M. S. Mottura, chargé de la carte des solfatares de la Sicile, signale dans cette île (2), suivant les lieux, des conglomérats ou des grès miocènes formés de débris de roches granitiques et nummulitiques.

(1) *Atti et Mem. Acc. sc. Torino, loc. cit.*

(2) S. Mottura; *Sulle formazione terziaria nella zona solfifera della Sicilia. Mem. Acc. sc. Torino; 1870.*

En France, on retrouve aussi ce dépôt sous forme de silex striés empâtés dans une argile bleue et rouge (mélange de couleurs commun à toutes les argiles d'origine glaciaire); tel est le diluvium signalé aux environs de Villecerf, au sud-est de Paris (1). En dehors de ces points, ce dépôt existe dans beaucoup d'autres localités (2), seulement, tandis que sur les collines de Turin nous avons cinq couches de conglomérats, en France, aux environs de Paris, il n'y a qu'une seule couche, sans doute parce que ce pays étant déjà presque complètement émergé, le glacier n'a jamais cessé de le couvrir pendant toute la durée de la formation.

Cette période glaciaire ancienne aurait donc eu une intensité bien plus grande que celle de la période quaternaire. En effet, comme nous le prouverons plus tard, les glaciers les plus puissants de cette dernière période, ceux de la première phase, ne se sont guère avancés que de quelques kilomètres en dehors des vallées des Alpes.

Recherches sur le glacier miocène dans le bassin de Paris,
par M. Tardy.

Dans la note qui précède, j'ai cherché à montrer qu'il avait existé, à l'époque du miocène moyen, des glaciers qui ont déposé dans la mer italienne de cette époque de puissantes assises de poudingues.

Si l'on compare ces dépôts glaciaires miocènes avec les moraines quaternaires, sous le rapport de leur puissance, de leur extension, et de la distance des lieux d'origine des matériaux erratiques aux lieux de leur dépôt, on est forcé de reconnaître que, tandis que les dernières sont restées reléguées dans les montagnes, les premiers ont dû s'étendre sur tous les plateaux émergés.

Or, le glacier miocène correspond en Italie à la partie moyenne de cette époque, à laquelle le bassin parisien est émergé, puisque c'est l'époque de la formation des travertins lacustres supérieurs. Cela donne quelque probabilité de retrouver dans ce bassin un dépôt glaciaire de cet âge.

Remarquons d'abord que les glaciers quaternaires sont à

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. XXVII, p. 646; 1870.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. XXVII, p. 505 à 508, p. 549 à 570, p. 646 à 648, et p. 694; 1870.

peine sortis des vallées des Alpes. Les glaciers du mont Thabord et de la vallée de Suze ont formé leurs moraines à Rivoli, au sortir de la vallée (1). Le glacier qui descendait du mont Blanc et des montagnes très-élevées qui entourent la vallée d'Aoste, a formé sa moraine à Ivree, quoiqu'il ait eu un vaste cirque d'alimentation.

Le Morvan, le massif de montagnes le plus voisin du bassin tertiaire supérieur de Paris, n'offre pas de cirques. Il se présente sous une forme bombée, dont le sommet est à 800 mètres au-dessus de la mer, et dont la surface, au-dessus de 500 mètres d'altitude, est de douze cents kilomètres carrés. Cette orographie a suffi pour que le Morvan ait eu ses glaciers quaternaires (2), mais ces glaciers n'ont pu avoir une grande extension.

Les Ardennes, pour la même raison, n'ont pas donné lieu à de grands glaciers quaternaires.

Il en résulte que les dépôts non remaniés de silex striés du bassin de Paris, s'ils sont glaciaires, doivent être le résultat des glaciers tertiaires.

A Villecerf (3), la formation qui renferme les silex striés se présente sous deux aspects un peu différents. D'une part, les vallons des grès dits de Fontainebleau sont remplis d'argiles bariolées de bleu-verdâtre sur fond rouge ou inversement. Dans ces argiles, les silex sont enfouis sans aucun ordre apparent; ils sont presque tous d'un blond jaunâtre et présentent une surface dressée et finement striée antérieurement à la patine, comme je l'ai démontré en 1870 (4). Dans d'autres points, sur la même montagne de Villecerf, là où le grès arrive très-près du sol, on rencontre les silex seuls. Ils se présentent alors sous la forme d'un diluvium caillouteux; vers la base, il y a une grande abondance de silex polis et striés, identiques à ceux des argiles; mais au-dessus il y a des silex qui ont encore leur croûte blanche naturelle. Ceux-ci se retrouvent d'ailleurs au-dessus de l'argile. Enfin tous ces dépôts qui, en ce lieu, semblent nivelés, sont recouverts par une mince couche d'une alluvion de matériaux fins et roulés. Ces faits se

(1) Gastaldi et Martins, *Essai sur les terrains superficiels de la vallée du Pô*. Bull. Soc. géol., 2^e sér., t. VII, p. 554; 1850.

(2) Bull. Soc. géol., 2^e série, t. XXVII, p. 225 et 568.

(3) Bull. Soc. géol., 2^e série, t. XXVII, p. 648.

(4) Bull. Soc. géol., 2^e série, t. XXVII, p. 562.

retrouvent sur les autres plateaux qui ont à peu près la même altitude.

D'après cette coupe, il est naturel d'admettre qu'avant le nivellement des plateaux par les eaux qui ensuite ont déposé la mince couche d'alluvion, l'argile bariolée à silex striés devait tout recouvrir en se modelant sur les ondulations générales des grès. Alors, par suite de l'affaissement lent du sol, les eaux qui s'avançaient lentement ont, par leur clapotement continu, dégradé tous les monticules saillants; les argiles ont été enlevées par lévigation, et les silex sont restés sur place sans avoir été roulés. Ce phénomène de nivellement se voit encore de nos jours sur les bords de l'Océan; on voit ainsi, près de Port-en-Bessin (Calvados), une grande plage basse formée par l'arrasement des roches jurassiques. A Villecerf, lors du retrait lent des eaux, celles-ci ont déposé cette alluvion fine, dont l'épaisseur varie suivant le nivellement du sous-sol et qui se termine à un niveau supérieur constant. Ce niveau est un plan d'une faible pente, un mètre et demi environ par kilomètre; il est incliné dans la direction du sud-sud-ouest (1).

Il résulte de cet exposé qu'à Villecerf il y a deux formations distinctes par leur origine et par leur âge. La plus ancienne est l'argile à silex, et la plus récente le diluvium des hauts plateaux.

Ce dernier, puisque les grès de Fontainebleau lui sont stratigraphiquement inférieurs, ne peut être que miocène, ou pliocène, ou quaternaire. Il ne peut pas appartenir au haut niveau quaternaire, puisque les savants travaux de M. Belgrand ont montré que ce niveau avait formé sa terrasse, dans les vallées, à 60 mètres au-dessus de la rivière actuelle; or le diluvium de Villecerf est à 100 mètres au-dessus de la Seine. Donc, dans le cas où il serait quaternaire, il ne pourrait faire partie que de l'ancien niveau. Le loess de l'ancien niveau se trouve, dans le sud-est de la France comme sur les collines de Turin à l'Eremo (2), entre 600 et 700 mètres d'altitude au-dessus de la mer; il est donc naturel de penser qu'à cette époque tout le bassin parisien était aussi émergé. S'il en est ainsi, ce serait entre l'ancien niveau et le haut niveau, lors de l'émersion cor-

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. XXVII, p. 562.

(2) V. la note suivante.

respondante à la deuxième phase niphœale, que l'érosion du lœss et des plateaux sous-jacents aurait commencé.

Le lœss des hauts plateaux recouvre aussi au nord de Paris des dépôts mal caractérisés, qui ont été indiqués comme pliocènes par les auteurs de la Carte de France. Le limon ou lœss des hauts plateaux serait ainsi de l'origine du quaternaire; il représenterait l'ancien niveau, et ces dépôts de pliocène douteux qu'il recouvre seraient évidemment ou pliocènes ou plus anciens. Mais ces dépôts, comme cela se voit sur la route de Gisors à Auneuil, reposent sur une argile à silex. Cette argile à silex est identique, par son aspect et par sa composition, aux argiles de Villecerf. Il en résulterait que ces argiles, peut-être du même âge, seraient sans doute dues à des phénomènes identiques.

Or, on trouve dans le bassin du Rhône des argiles d'origine (pour moi) incontestablement glaciaire; ces argiles, par leur aspect, sont identiques à celles de Villecerf, à la seule différence près que les silex sont remplacés par des quartzites. Leur aspect est surtout identique lorsque les deux argiles sont dans des conditions analogues de gisement. Aussi, en raison de cette similitude d'aspect et de la présence au milieu des argiles de Villecerf de silex polis et striés, je crois pouvoir considérer ces argiles de Villecerf et celles qui sont sous le pliocène, comme des dépôts glaciaires. (On sait qu'il faut une grande force pour rayer les silex, même ceux qui pourraient paraître les plus tendres) (1).

Ces dépôts glaciaires, si on se reporte au tableau publié dans la note qui suit celle-ci, peuvent être le produit ou du glacier qui précède le pliocène, ou du glacier miocène.

Le glacier pliocène est celui qui a laissé ses silex striés sur l'alluvion du fleuve mio-pliocène qui passait près d'Aurillac (2). Or, on ne cite de poudingues pliocènes inférieurs ou miocènes supérieurs que dans les coupes prises près des montagnes; dès qu'on s'en éloigne un peu, il n'y a plus de dépôts erratiques à ce niveau. Aussi, il est probable que les glaciers de cette époque ont eu une extension très-peu supérieure à celle des premiers glaciers quaternaires.

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. XXVII, p. 564.

(2) Voir la note suivante; et *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. XXVII, p. 694 : Silex recueilli dans la couche n^o 12 de la coupe de M. Rames. Voir *ibid.*, p. 359.

Il en résulte que les argiles à silex striés de Villecerf sont probablement le produit du glacier miocène. Par suite des considérations suivantes, cette présomption pourra presque devenir une certitude.

Le plateau de Villecerf est au nord-ouest du Morvan et au sud-ouest de la seule région crayeuse qui ait pu fournir les silex striés; en sorte que le glacier qui a strié ces silex devait venir du nord-est et aller vers le sud-ouest, dans une direction tangentielle aux montagnes du Morvan. Si on cherche au nord-est une chaîne de montagnes qui ait pu servir d'origine à ce glacier, on n'en trouve qu'au nord de l'Europe. Il faut donc supposer nécessairement que le glacier qui striait les silex de l'argile de Villecerf avait une très-grande extension, et que très-probablement il recouvrait toutes les terres émergées de l'Europe. Ce glacier ne peut être que le glacier miocène dont on retrouve les blocs erratiques dans toute l'Italie au même niveau (1).

A Villecerf, les argiles à silex striés glaciaires sont postérieures aux grès dits de Fontainebleau, sur lesquels elles reposent. Si, partant de ce point, on marche vers l'ouest, on voit les silex striés disparaître lorsqu'on dépasse la tangente dirigée nord-nord-est à la limite du bassin tertiaire; néanmoins on trouve encore des témoins de l'action glaciaire. Ce sont, à la Padole (2), à Noisemant (3), à Chaintreaucville (4), des stries sur les tables de grès de Fontainebleau. Ces stries sont aussi dirigées vers le nord-nord-est. Si on continue vers Paris, on voit paraître les meulrières de Beauce et les argiles à meulrières qui leur sont supérieures.

Ces meulrières, lorsqu'elles sont seules, sont ou compactes en grosses masses, ou en lits feuilletés d'une stratification assez régulière dans l'ensemble. Au contraire, l'argile à meulrières est une masse d'argile bleu-verdâtre, veinée de rouge, ou inversement, selon les lieux, dans laquelle sont englobés *pêle-mêle*, sans aucun ordre, des blocs anguleux de toutes formes et de toutes grosseurs. Cet ensemble, sauf la différence de na-

(1) Pour l'extension des poudingues, voir les renvois de la Note précédente.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. XXVII, p. 549 à 562.

(3) *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. XXVII, p. 647.

(4) *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. XXVII, p. 648.

Soc. géol., 2^e série, t. XXIX.

ture des roches empâtées, est identique d'aspect et de couleur avec les argiles à silex striés de Villecerf, et avec les dépôts glaciaires du bassin du Rhône. Il est probable que cette similitude d'aspect n'est pas le fait du hasard, mais que c'est le résultat d'une communauté dans le mode de production; c'est-à-dire que les argiles à meulières et celles de Villecerf sont d'origine glaciaire, comme celles des cônes glaciaires du Rhône. Les argiles à meulières sont supérieures au miocène inférieur, et du même âge que les poudingues glaciaires des collines de Turin. Au-dessous de ces poudingues, on ne rencontre aucun dépôt analogue qui soit au-dessus de l'éocène moyen. Il en résulte que l'argile à silex de Villecerf et l'argile à meulières de Paris, quoique ne reposant pas sur le même sous-sol, sont cependant du même âge, puisque toutes deux elles doivent représenter le même glacier, et qu'on ne rencontre, soit sous l'argile à meulières, soit sur l'argile à silex, aucun dépôt qui puisse être assimilé par quelques points à ce genre de formation.

Le glacier qui a produit les argiles à silex de Villecerf et les argiles à meulières glissait sur un plateau que les eaux douces du miocène inférieur (travertins de Beauce) venaient à peine de quitter. La surface en était donc presque horizontale, et la marche du glacier très-faible; aussi les roches remaniées faisaient peu de chemin vers le sud-sud-ouest. Si on trouve des silex à Villecerf, c'est que la craie forme le plateau émergé de l'époque tertiaire, à une cinquantaine de kilomètres vers le nord-nord-est. A Paris, au sud du plateau des meulières qui s'étendait vers le nord jusqu'auprès de Soissons, on ne doit trouver que des meulières dans l'argile. De même, au sud de la limite nord du calcaire de Beauce, on trouve des cailloux de ce calcaire polis et striés (1). Au nord-ouest de Paris, la craie forme les plateaux, aussi on y retrouvera les argiles à silex, par exemple celles que l'on voit au-dessus d'Auneuil, sous les dépôts de formation pliocène mal caractérisée dont nous avons parlé en commençant.

En Italie, dans les collines de Turin (2), le dépôt glaciaire est formé de plusieurs couches de poudingues; il est entremêlé de couches marines; on trouve même des fragments de

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. XXVII, p. 560 et 562.

(2) V. la Note précédente.

coquilles au milieu du terrain erratique; aussi j'en ai conclu que ce dépôt avait été fait dans la mer miocène.

Dans le bassin de Paris, il n'y a qu'une seule couche de dépôt d'une seule nature, sans mélange de dépôts ni marins ni lacustres. Le glacier a donc dû être continu et continental. D'ailleurs, les argiles à silex ou à meulières ne ressemblent en aucune façon aux dépôts glaciaires des collines de Turin; tout au contraire, elles ressemblent beaucoup aux dépôts glaciaires continentaux des premiers glaciers quaternaires du Rhône. Les stries des surfaces de grès ont, par cela même, dû être faites par une masse glaciaire s'écoulant en suivant une direction généralement rectiligne, toujours à peu près dans la même direction. Des stries produites par des glaces flottantes commenceraient par une strie curviligne résultant de la rotation du glaçon. Cette rotation est développée par l'action du courant sur le glaçon, lorsqu'il est arrêté par un point situé en dehors de la ligne qui, passant par le centre de gravité de sa plus grande section, est parallèle à la direction dans laquelle l'eau l'entraîne. Le cas où l'arrêt se fait sur cette ligne est l'exception; aussi les stries sont généralement courbes. J'en ai recueilli des échantillons dans des dépôts fluviatiles quaternaires. Au contraire, les stries des grès, celles du moins que j'ai citées plus haut et que j'ai examinées (1), ne sont pas curvilignes, mais seulement un peu ondulées. Les différences entre les stries du glacier miocène et celles des glaciers quaternaires résultent de ce que ces derniers, étant fortement encaissés, ont marché dans des conditions de direction qui n'existaient pas pour un glacier couvrant tout le nord de la France.

Ce glacier avait probablement été précédé par des glaces flottantes, car on trouve dans des dépôts éocènes des blocs erratiques. J'en dois un de roche verte à l'obligeance de M. Munier-Chalmas, qui l'a recueilli devant moi dans le calcaire grossier de Vaugirard, près de Paris.

Esquisse des périodes miocène, pliocène et quaternaire dans la Haute-Italie, par M. Tardy.

Vers la fin de l'éocène, la mer reçoit déjà, de temps à

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. XXVII, p. 549 à 562, 647 et 648.

autre, des blocs erratiques (1). Bientôt le sol s'émerge. Les formations d'eau douce alternent d'abord avec les dépôts marins, puis les remplacent presque partout. Les eaux de la mer, ainsi refoulées, prennent aussi la forme solide et continentale des mers glaciales, et les glaciers miocènes commencent.

Miocène. — Les puissants dépôts glaciaires de la colline de Turin (2), qui ont environ mille mètres d'épaisseur (toutes les formations comprises), prouvent par leurs cinq banes de poudingues, que ce puissant glacier a eu cinq recrudescences qui ont porté ses glaces jusque dans la mer miocène *italienne*. Au nord des Alpes, le glacier est resté continental, et n'a formé qu'une seule couche de dépôt glaciaire, d'autant moins épaisse que le plateau est moins incliné, parce que la marche du glacier est en quelque sorte proportionnelle à la pente du sol, et que la puissance des dépôts l'est aussi à la marche du glacier.

Après ce phénomène, dont la durée nous est inconnue, les continents s'affaissent, et la mer reprend sa forme liquide. A ce moment, la surface terrestre se replie sur elle-même et se contracte. Alors, ou des plissements forment de nouvelles chaînes, ou les lèvres des failles anciennes, tout au moins jurassiques, se relèvent et redressent les poudingues glaciaires miocènes vers le pied des montagnes surélevées. Les collines du Montferrat sont du premier type. Et à en croire quelques coupes publiées, les Alpes et la haute chaîne du Jura appartiendraient au second.

Avec le changement des glaces en eaux, le climat se radoucit et se rapproche du climat antérieur, comme le prouve la végétation. Avec ce nouveau régime, paraissent les silex taillés de M. l'abbé Bourgeois.

Bientôt, les lacs du miocène supérieur envahissent les continents; puis, sans doute à cause d'une nouvelle oscillation ascendante, apparaissent les grands fleuves miocènes. Sur les bords de l'un d'eux, vivait l'homme qui tailla le silex d'Aurillac (3).

(1) Je dois à l'obligeance de M. Munier-Chalmas de posséder un bloc erratique éocène de roche verte, qu'il a recueilli devant moi dans les calcaires de Vaugirard, près Paris.

(2) V. *sup.*, la note intitulée : *Aperçu sur les collines de Turin*.

(3) *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. XXVII, p. 358; 1870.

Pliocène. — A la suite de ce nouvel exhaussement, arrivent les glaciers pliocènes qui fournissent leurs premiers silex striés au fleuve (1) précédent. Ces glaciers sont représentés en Italie par l'origine des cônes de déjection des grandes vallées des Alpes.

L'affaissement recommence, et la mer pliocène *italienne* forme, pendant l'immersion, les marnes et les argiles bleues d'Asti. Puis l'oscillation, comme celle du pendule, change de sens. Alors, pendant l'émergence, se déposent les sables pliocènes qui se trouvent aujourd'hui à 380 mètres d'altitude au pied des Alpes. Ces dépôts pliocènes n'ont pas pénétré dans les *fjords* alpins au fond desquels débouchaient les torrents des hautes vallées, soit que ces rivières y aient produit un courant de sortie, soit que la masse inerte des eaux qui y étaient maintenues tranquilles, à l'abri des vents et des courants de la mer, aient empêché ceux-ci d'y amener des dépôts. Beaucoup de mouillages sur les côtes de l'Océan existent aujourd'hui dans des conditions identiques. Le plus remarquable de tous est la *Fosse du cap Breton*, à quelques kilomètres au nord de Bayonne, sur la plage des Landes. Ce mode de formation des lacs très-profonds de la Haute-Italie n'exclut pas néanmoins leur agrandissement par l'érosion glaciaire (2).

Sur le nouveau sol émergé, paraissent les fleuves à mastodontes (3), comme le *Tanaro pliocène* qui a fourni aux collections de la ville de Turin beaucoup d'ossements de grands animaux.

Avec ces fleuves, l'érosion du pliocène commence; les cônes des vallées des Alpes continuent, et bientôt, derrière eux, s'avancent les premiers glaciers de la période quaternaire.

Ici, je dois m'excuser de ne plus suivre un ordre chronologique, mais cela est impossible parce que, l'ordre de succession des phénomènes n'étant plus aussi net, il faut donner des preuves de l'âge relatif des dépôts. Pour corriger ce défaut de succession normale, je mets en tête des alinéas des sous-titres se rapportant au tableau qui termine cette note et qui la résume.

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. XXVII, p. 549 à 562.

(2) Sondages publiés par le professeur B. Gastaldi, en deux Notes. *Atti Acc. sc. Torino*, mars 1866 et mars 1868.

(3) Gastaldi et Martins, *Essai sur les terrains superficiels de la vallée du Pô*. *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. VII, p. 554; 1850.

Nous avons dit dans la note sur les collines de Turin (1), que les eaux quaternaires avaient déposé sur la colline, à différentes hauteurs, de puissantes assises de lœss qui renferment toutes, excepté la plus élevée, des lits fossilifères.

Le dépôt de lœss le plus élevé se trouve sur la colline de Turin (2), à l'*Eremo*, à 600-mètres d'altitude au-dessus du niveau de la mer. Il est sans fossiles, et se compose de limon sableux en deux couches, comme celui de tous les niveaux et de tous les pays. Ce lœss est plus récent que le pliocène qui se trouve au-dessous de lui en altitude et en stratification; mais il est antérieur à la moraine de *Rivoli* (3). En effet, cette moraine, qui n'a que 500 mètres d'altitude, n'est pas recouverte de lœss sur son sommet qui offre cependant des vallons très-bien disposés pour retenir ce genre de dépôt. Il faut donc admettre que cette moraine est plus récente que le niveau de l'*Eremo*.

Au-dessous de l'*Eremo*, on trouve une autre terrasse de lœss fossilifère, celle de *Cavoretto*. Je n'ai pu qu'en estimer l'altitude, à cause des éléments imparfaits que j'avais à ma disposition. C'étaient d'une part, la carte de l'État-major italien qui ne renferme que quatre à cinq altitudes par feuille; et d'autre part, une carte au $\frac{1}{40,000}$, avec courbes, due à la très-bienveillante obligeance d'un ami, mais au bas de laquelle il était imprimé que les courbes n'étaient pas géométriques. Cependant à l'aide de ces éléments imparfaits, j'ai pu estimer les altitudes de diverses terrasses et d'autres points, et relever des coupes détaillées de la colline.

La terrasse fossilifère de *Cavoretto* est à l'altitude d'environ 400 mètres au-dessus de la mer. Or, on retrouve appliqué contre le pied de la moraine de *Rivoli*, un lœss puissant qui s'élève presque jusqu'à la ville de *Rivoli*, dont l'altitude est de 400 mètres. Il faut donc conclure que le niveau du lœss de *Cavoretto-Rivoli* est postérieur à la moraine de *Rivoli*. Donc, celle-ci a été produite par un glacier qui a existé après le niveau quaternaire de l'*Eremo*, et avant celui de *Cavoretto*, car le niveau de l'*Eremo* est plus ancien que celui de *Cavoretto*; en effet, ce dernier, qui forme un promontoire très-avancé, dominant le *Pô*, aurait été emporté par les eaux du

(1) V. *sup.*, p. 531.

(2) V. la carte de l'État-major italien au $\frac{1}{50,000}$, publiée en 1861.

(3) Gastaldi et Martins, *loc. cit.*

niveau de l'Eremo, si celui-ci avait été postérieur. Et cela est surtout évident lorsqu'on voit que les eaux du niveau de l'Eremo ont eu la force de rouler et de stratifier les cailloux des poudingues à 100 mètres d'altitude au-dessus de Cavoretto, par exemple à *La Viola* au sud du *Bric della Maddalena*, et au nord de ce sommet à *Il Ruscala*. Ces poudingues remaniés sont très-près, en altitude, du niveau supérieur du lèss de l'Eremo. Ce lèss est néanmoins parfaitement en place; car il existe entre ses deux couches un petit lit de cailloux calcaires fragmentaires qui est horizontal.

Il résulte de ces faits, que c'est avec raison que l'on a admis que parmi les dépôts laissés sur les flancs d'une montagne ou d'une vallée, les plus anciens étaient les plus élevés, et les plus récents les plus inférieurs.

1^{re} phase glaciaire. — En étudiant l'ensemble des moraines de Rivoli, j'ai trouvé tout autour et extérieurement, une série de monticules d'une structure morainique, mais dont le sommet semble avoir été rasé par les eaux. Ce même fait s'observe en avant des moraines des lacs de Côme et de Garde. Or, si les eaux du niveau de *Cavoretto* et de *Rivoli* avaient rasé ces monticules, ces mêmes eaux auraient dû raser aussi la moraine de Rivoli qui est antérieure à ce niveau. Il est donc plus probable que ce sont les eaux du niveau précédent, celui de l'Eremo, qui ont opéré cette destruction, et que ces monticules représentent la première moraine quaternaire. D'autre part, si on traverse la moraine de *Rivoli* du côté d'*Avigliana*, on la trouve formée du même nombre de crêtes principales qu'il y a, dans la vallée des lacs d'*Avigliana* (1), de moraines distinctes en arrière de celle de *Trana*. De plus, leurs importances respectives sont échelonnées dans le même sens. Il en résulte que la moraine de *Trana* n'a d'autres correspondantes, du côté de Rivoli, que les monticules rasés qui doivent donc être les débris d'une puissante moraine. Et si la moraine de *Trana* est conservée, c'est qu'elle est latérale à la vallée, et en dehors de la direction principale du cours des torrents. Il résulte aussi d'autres considérations, que les moraines des différents âges sont successivement d'importance moins considérable, comme chacun des affaissements qu'elles précèdent. A ce point de vue, la moraine de *Trana*, qui est plus puissante

(1) Gastaldi, *Atti Acc. sc. Torino*, mars 1866 et mars 1868.

que celles des lacs d'Avigliana, doit leur être antérieure. Mais cette antériorité est encore mieux démontrée par la position de la moraine de Trana en avant de celle d'Avigliana; en effet, des travaux ont démontré que la moraine de Rivoli repose sur un cône de déjections torrentielles (1). En amont de la moraine, on rencontre encore çà et là, sous du lœss récent, des indices de l'existence de ce cône ancien, dont l'érosion, soit en raison de son extension dans tout le cirque morainique, soit à cause du lœss récent déposé par les torrents postérieurs à la moraine de Rivoli, ne peut être due qu'à l'action du glacier sur ce sol meuble. Cette érosion glaciaire, que les faits observés rendent évidente, prouve qu'il ne peut exister de moraines anciennes en *amont* d'une moraine plus récente. De cette discussion, je pense qu'on peut provisoirement conclure que la moraine de *Trana* et les collines rasées de *Rivalta* à *Collegno* sont le produit du glacier intermédiaire entre les fleuves pliocènes et le niveau de l'Eremo; c'est le premier glacier quaternaire.

D'après ce qui m'a été dit au congrès de Bologne, la montagne isolée de *Palazzolo* serait une moraine, et, autant que j'ai pu en juger, elle serait de la première phase, comme celle de *Trana*. Si ces données sont vraies, ainsi que la conclusion précédente, on doit trouver sur son sommet le lœss de 600 mètres. Alors la conclusion précédente pourra passer de la présomption à l'affirmation (2).

Ancien niveau. — Après ce premier glacier quaternaire, il se produit un nouvel affaissement qui amène les eaux au niveau de 600 mètres à l'Eremo, sur la colline de Turin. Cette assise n'est pas fossilifère en ce point; on ne rencontre dans le lœss que des cailloux fragmentaires. Le lœss est resté là intact sur un col.

2^e phase glaciaire. — De nouveau le sol sort des eaux, les glaciers reparaissent et forment les moraines qui enferment les lacs de la Haute-Italie (3), ceux d'Avigliana, de Como, de Lecco, de Guarda, et la moraine de Rivoli, près de Turin (4).

(1) Gastaldi, *loc. cit.*

(2) Depuis la rédaction de cette note, j'ai appris que M. de Mortillet avait publié dans le *Bulletin* une note sur cette localité; mais j'en ignore les conclusions. (Note ajoutée pendant l'impression.)

(3) Gastaldi, *loc. cit.*

(4) Je ne cite que les lieux que j'ai pu visiter.

Haut niveau. — Un nouvel affaissement amène les eaux au niveau de *Cavoretto*, à 400 mètres environ d'altitude au-dessus de la mer. Le lœss de ce niveau est fossilifère; ce sont des coquilles d'eau douce qui sont disséminées sur certains points. On peut en recueillir un grand nombre sur le chemin de *Cavoretto* à la villa *Gondolfo*. Les eaux de ce niveau ont recouvert de lœss le pied des moraines précédentes.

3^e phase glaciaire. — Le mouvement oscillatoire continue. Il y a exhaussement, et on voit, en arrière de la moraine d'Ivrée, se former celle du *mont Cervin* (val Tournanche). Cette moraine a été étudiée par M. E. Collomb, et publiée par M. B. Gastaldi (1).

Moyen niveau. — L'affaissement qui suit amène de nouveau des eaux peuplées de coquilles fluviatiles. On peut en recueillir dans le lœss, en face de la villa *Pampara*, sur le chemin communal de Turin à San-Vito, à 280 mètres environ d'altitude. Déjà, à cette époque, la colline était suffisamment étendue pour que les conditions de végétation et de climat permissent à de nombreuses *Helix* d'y vivre et de s'enfouir sous plusieurs mètres de lœss. Ce niveau se retrouve aussi sur le cône de la *Dora Riparia*; mais on n'en peut juger qu'à l'augmentation d'épaisseur du lœss qui recouvre les cailloux.

C'est à cette même époque qu'il faut rapporter la formation de la plaine de lœss de *Chieri*, qui s'étend de *Moncalieri* à *Alessandria* (Alexandrie). Du Pô à Chieri, c'est une plaine unie; de Chieri à Alexandrie, elle est de plus en plus découpée en une infinité de collines, par les affluents du *Tanaro*, qui ont entamé le lœss, les sables et les marnes pliocènes. Cette dernière région produit les vins d'Asti. Le lit du *Tanaro* de cette époque (2) est encore visible et reconnaissable à une traînée de porphyres spéciaux aux montagnes où cette rivière prend sa source. Ce lit suivait le lit actuel jusqu'à quelques kilomètres au sud de *Bra*; de là, il continuait vers le nord, laissant les collines pliocènes de Bra sur sa rive droite. Le chenal, qui avait de 2 à 3 kilomètres de largeur, est encore très-nettement reconnaissable sur plusieurs kilomètres au nord

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. VII, p. 554; 1850.

(2) Ces divers renseignements, ainsi que beaucoup d'autres, m'ont été donnés par M. B. Gastaldi, professeur à l'École des Ingénieurs de Turin je suis heureux de pouvoir lui en témoigner ma reconnaissance.

du chemin de fer de Cavaller-Maggiore à Bra. Le Tanaro et le Pô se rejoignent alors en amont de Turin; le confluent actuel est à Alexandrie.

4^e phase glaciaire. — Après cette époque, se produit un exhaussement qui amène la formation de nouvelles moraines, perdues dans les hautes vallées, et sans doute souvent confondues avec celles des glaciers postérieurs. Cet exhaussement sépare le Pô du Tanaro, car ce dernier abandonne le lit qui se dirigeait vers le nord pour tourner à l'est, vers Bra. Il se creuse alors un lit à travers les sables et les argiles pliocènes sous-jacentes. Ce nouveau lit, d'environ 2 kilomètres de largeur, est situé, à Bra, à 94 mètres en contre-bas du lit du niveau précédent. C'est à cette époque que le creusement des vallées commence à se faire en Italie, en dehors des vallées des Alpes.

Bas niveau. — A cet exhaussement succède un affaissement presque égal. Les fleuves, qui s'étaient creusé un lit dans les dépôts des époques précédentes, remblaient ce même lit, en partie du moins; et le lœss qu'ils amènent et y déposent tient par ses caractères le milieu entre les lœss anciens et les dépôts plus récents. Ainsi, dans les environs de Turin, ce lœss est tantôt noir, comme les sables que le Pô et la Doire déposent chaque année dans leur lit, tantôt jaune-ocreux, comme le lœss des niveaux précédents. Ces deux couleurs tiennent à la nature du sous-sol. Si ce dernier est argileux, le lœss est resté noir. Si, au contraire, il est caillouteux, le dépôt est jaune; sans doute, parce qu'alors l'eau pouvant facilement s'écouler, le lavage et l'oxydation, par l'infiltration des eaux atmosphériques, ont été plus complets. Dans ce cas, le lœss présente deux couches, l'une, supérieure, fortement lavée, est sableuse et blanchâtre; l'autre, inférieure, est légèrement rougeâtre et plus compacte. Ces faits se retrouvent à tous les niveaux, même aux plus récents. Le lœss du bas niveau est à 240 mètres d'altitude à Turin (1).

5^e phase glaciaire. — Un nouvel exhaussement force ensuite les fleuves à approfondir encore la partie qu'ils se sont réservée. Sans doute, en même temps, les glaciers, comme aux époques anciennes, ont stationné, peut-être même avancé; mais je ne connais aucun fait qui puisse en donner la preuve. Par suite de

(1) V. la carte de l'État-major italien.

cette érosion, il s'est formé une nouvelle vallée; mais celle-ci est si petite, je dirais même si imperceptible, qu'il serait impossible de l'admettre si nous n'avions pas d'autres preuves du mouvement oscillatoire qui l'a causée. C'est cette érosion qui a produit les lits des rivières actuelles, tous ces lits dans lesquels coulent les rivières lorsqu'elles sont grosses; car il faut y confondre ces petites terrasses basses, qui ne sont élevées que de 2 mètres au-dessus de l'étiage.

5° niveau, récent. — En effet, ces petites terrasses basses, qui n'ont généralement qu'une faible étendue, sont le résultat d'un nouvel affaissement du sol, qui a forcé les fleuves à remblayer leur lit devenu trop profond. Nous citerons, sur la rive droite du Pô, en aval de Turin, le promontoire sur lequel se trouve la *Cascina il meisino*. Cette terrasse, comme celle des autres niveaux, est taillée à pic et corrodée par le fleuve, qui, pendant l'exhaussement suivant, a rabaissé son lit au niveau où nous le voyons aujourd'hui.

Pendant toute la durée de la période quaternaire, les torrents de la colline de Turin ont amené de l'eau, du limon et des blocs dans les fleuves de cette époque. Les eaux de ces derniers atteignant des niveaux de moins en moins élevés, nous devons trouver les dépôts ou cônes d'attérissement des torrents à des niveaux successifs. En effet, en parcourant les vallons de la colline, et surtout ceux de *Mongreno*, *Reaglie*, *San Martino*, *Salice*, on voit, en partant du lit actuel du Pô, une série de cônes successifs. Ils ne sont pas toujours très-nets; mais en les relevant dans tous les ravins et les groupant sur une même coupe, on reconnaît facilement quatre cônes échelonnés, correspondant aux quatre niveaux inférieurs de la période quaternaire. Le cinquième cône, celui de l'ancien niveau, le plus supérieur, manque nécessairement, puisqu'à cette époque le sommet des collines ne formait qu'un étroit îlot de 2 kilomètres de longueur sur 1 de large.

La présence de ces cônes, encore presque intacts dans le fond des vallons, leur faible érosion par les torrents postérieurs, le maintien du loess sur le col de l'Eremo, tous ces faits montrent que depuis l'origine de l'époque quaternaire la colline n'a presque pas subi d'érosion. Il en résulte que les 6 à 7 milliards de mètres cubes que, dans la note précédente sur les collines de Turin, j'ai calculé manquer à la colline de la fin du miocène moyen, ont été enlevés pendant les périodes mio-

cène supérieure et pliocène, sur une surface d'environ 33 kilomètres carrés. Ces chiffres donnent l'explication de la puissance des cônes qui sont au débouché des vallées des Alpes; car ceux-ci sont de cet âge, puisqu'ils supportent les moraines quaternaires.

Pour achever de vérifier cette manière de concevoir l'époque quaternaire, il fallait, en Italie, étudier le littoral des deux mers.

Sur le bord de la Méditerranée, de Pise à Gênes, on observe à différents niveaux, de petits plateaux formés par l'érosion ou arasement des roches par la mer à diverses époques. Ces terrasses sont à peu près entre elles dans les mêmes rapports d'altitude que les terrasses de la colline de Turin, rapports qui sont indiqués plus haut.

Du côté de l'Adriatique, ce ne sont plus des plateaux d'érosions, mais des terrasses qui représentent les niveaux quaternaires, parce que l'Adriatique est la continuation sous-marine de la vallée du Pô. Sauf la terrasse de l'ancien niveau, qui est toujours à environ 600 mètres au-dessus des mers actuelles, les autres terrasses se profilent le long des flancs des vallées, à une altitude constante au-dessus du lit de la rivière actuelle, en sorte que ces terrasses ont approximativement la même pente que les rives du fleuve actuel; aussi les terrasses du bord de l'Adriatique font suite à celles du Pô. Cependant, toutes les fois qu'un fleuve sort des terrasses marines du 4^e niveau pour entrer sur celles du 5^e, on l'a endigué pour conquérir sur lui les plaines marines du 5^e niveau. Tels sont les endiguements du Pô au passage des plaines de Ferrare et de Ravenne.

D'après tout ce que je viens de dire, il est facile de voir que, dans la Haute-Italie, on ne connaît que les niveaux supérieurs des phases (niveau de l'affaissement maximum). Les niveaux des exhaussements maximum, qui seraient donnés par les lits successifs des fleuves à chaque phase, ne peuvent être fournis en Italie que par des sondages, à cause de la disposition générale du pays. Au contraire, à Paris, tant en raison des méandres de la *Seine* au milieu des terrains anté-miocènes, que du grand nombre de savants chercheurs qui s'y trouvent réunis, nous savons qu'à partir du lit du moyen niveau, les lits postérieurs sont emboîtés les uns dans les autres, et superposés dans leur ordre chronologique. Puisque les résultats

obtenus en 1870 dans l'étude de la Seine (1) sont, comme nous l'avons vu, applicables à la vallée du Pô, nous pouvons nous servir de ce dernier fait pour étudier le régime du Pô ancien.

Il résulte de là que le lit qui a fait suite à la plaine du 4^e niveau, et précédé celle de Ravenne, était inférieur, en altitude, de plusieurs mètres au lit d'aujourd'hui; de sorte qu'à cette époque, l'ancien sol de la plaine de Ravenne était élevé de quelques mètres au-dessus de la mer, et par conséquent très-habitable, puisque le fleuve s'écoulait dans un lit ordinaire. C'est alors que fut construit, sur cet ancien sol de Ravenne, le palais du roi Théodoric, vers l'an 425. Cette date nous donne l'âge approximatif de l'exhaussement maximum de la 5^e phase glaciaire quaternaire. Une fouille faite à Ravenne, en octobre 1871, en l'honneur du congrès préhistorique, a montré le pavé du palais de Théodoric recouvert par des terres noires, débris de la destruction du palais par un incendie, soit 70 centimètres; sur cette couche était étendue une nouvelle couche de limon fluviatile, de 30 centimètres; puis une assise de sables marins, de 1 mètre, dont la végétation a à peine transformé la surface en terre végétale. L'ancien sol était ainsi à 2 mètres environ au-dessous du sol actuel. Ce palais fut construit et détruit lorsque le sol était élevé au-dessus de la mer, tandis qu'il se trouve aujourd'hui un peu au-dessous du niveau de l'Adriatique. Il fut construit sur le sol du niveau de l'exhaussement de la 5^e phase, et quand vint l'affaissement du 5^e niveau d'alluvions, les ruisseaux, en débordant, couvrirent le pays et le palais de Théodoric d'alluvions identiques au limon des rivières actuelles. L'affaissement continuant, la mer s'avança et couvrit de sable les environs de Ravenne. Pendant ce temps, les habitants surélevèrent les pavés de leurs églises. Ainsi, au Baptistère et à Saint-Vitale de Ravenne, il y a plusieurs pavés superposés, qui indiquent un exhaussement total de 2 mètres environ. Le dernier pavé de Saint-Vitale donne aussi la date approximative du maximum d'affaissement du 5^e niveau; en effet, les archéologues disent qu'il fut construit au commencement du XI^e siècle (2).

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. XXVII, p. 569 : classification quaternaire.

(2) *Intorno al monumenti di Ravenna pel V congresso di Anthropologia riunito nal 7 ottobre 1871. Tipografia della ditta G. Angeletti, 1871.*

Lors de l'émersion de cette lagune habitée, les fleuves, s'ils n'en avaient pas été empêchés, auraient dû reprendre la place de la mer et couvrir la plaine de limon. Mais les habitants, pressés de rentrer en possession du sol émergé, endiguèrent ces fleuves; les digues furent successivement prolongées jusqu'à la mer, et élevées, en raison de leur longueur, à des hauteurs considérables vers leur origine; en outre, le fleuve, en nivelant son lit à une pente régulière, a remblayé une partie amont du chenal endigué; c'est ainsi que le lit du Pô, à Ferrare, est plus élevé que la plaine. Si le fleuve n'avait pas été endigué, il est probable que la plaine remblayée de limon serait élevée un peu au-dessus du Pô, mais couverte à chaque crue des eaux du fleuve.

Ravenne prouve, par ses environs et par ses monuments, que l'oscillation du 5^e niveau, malgré sa petitesse, 2 mètres environ, est un phénomène dont il convient de tenir compte. Ce niveau de terrasse se retrouve d'ailleurs en France, sur les bords de toutes les rivières dont le cours n'est pas barré par des roches qui empêchent l'abaissement libre du lit. Je connaissais ces terrasses sur le bord de la Seine, lorsque je publiai mon essai de classification (1); leur peu d'étendue et leur faible hauteur me les fit négliger; mais aujourd'hui, en raison de leur universalité et de leur importance historique, il convient d'ajouter aux quatre niveaux de la classification de 1870 ce 5^e niveau, qui s'intercale entre le bas niveau et le fleuve actuel; le nom qui lui convient le mieux est celui de récent niveau.

Il faut aussi annexer à la classification du quaternaire celle des glaciers tertiaires; mais il convient, pour que cette classification puisse s'adapter aux découvertes à venir, de numéroter ces glaciers en partant de l'époque quaternaire. Ainsi, le *Glacier pliocène* sera le premier, et le *Glacier miocène* le deuxième. Cette classification, qu'il faudra réétudier en France au point de vue de la stratigraphie de la période tertiaire, peut se résumer ainsi :

(1) *Bull.*, 2^e série, t. XXVII, p. 569.

ESSAI DE CLASSIFICATION DES PHASES D'OSCILLATIONS, ET LOCALITÉS TYPES DE LA HAUTE-ITALIE (a).
Minimum d' exhaussement. Affaissement maximum.

TERTIAIRE	
Éocène supérieur marin.	Calcaires alluvés.
Miocène inférieur.	Marnes fragmentaires.
Miocène moyen, glacier. 2°	Poudingues.
Collines de Turin. 2°	Soulèvement des collines de Turin (6).
Poudingues (1).	Gommes.
	Miocène supérieur
	Id.
	Grande extension. — Silex taillé d'Aurillac (7).
	Fluve miocène.
Origine des cônes torrentiels alpins.	1° Continuation de l'existence du fleuve précédent
	2° Silex striés d'Aurillac (8).
	3° Argiles.
	4° Collines de Bra.
	5° Sables.
	6° Tanaro du pliocène (9).
	Pliocène moyen.
	Pliocène supérieur.
	Fluve pliocène.
Cônes de Turin pliocènes (2).	QUATERNAIRE (5)
	1° Continuation du fleuve pliocène.
Moraine de Traua	Ancien niveau
Mor. de Rivoli, Avigliana (3).	2° Haut niveau.
Mor. du Val Tournanche (4).	3° Moyen niveau.
	4° Bas niveau.
	5° Récant niveau.
	6° État moderne.
	7°
	8°
	9°
	10°
	11°
	12°
	13°
	14°
	15°
	16°
	17°
	18°
	19°
	20°
	21°
	22°
	23°
	24°
	25°
	26°
	27°
	28°
	29°
	30°
	31°
	32°
	33°
	34°
	35°
	36°
	37°
	38°
	39°
	40°
	41°
	42°
	43°
	44°
	45°
	46°
	47°
	48°
	49°
	50°
	51°
	52°
	53°
	54°
	55°
	56°
	57°
	58°
	59°
	60°
	61°
	62°
	63°
	64°
	65°
	66°
	67°
	68°
	69°
	70°
	71°
	72°
	73°
	74°
	75°
	76°
	77°
	78°
	79°
	80°
	81°
	82°
	83°
	84°
	85°
	86°
	87°
	88°
	89°
	90°
	91°
	92°
	93°
	94°
	95°
	96°
	97°
	98°
	99°
	100°

(a) Voir à la page suivante les notes de ce tableau.

Je dois dire, en terminant, que lorsqu'il me sera possible, sans indiscrétion, de publier une étude analogue sur la vallée du Rhône, je profiterai de cette nouvelle occasion pour faire un essai d'application de cette division à tous les faits publiés qui seront parvenus à ma connaissance.

Note sur la théorie de l'époque glaciaire, par M. Tardy.

C'est à regret que je n'ai pu compléter l'étude sur les périodes glaciaires en Italie, par les indications d'usage sur les travaux de mes devanciers (1). Le peu de livres que j'ai m'a seulement permis de remarquer que, quelle que soit la part que je fasse à l'enthousiasme ou erreur personnelle, les poudingues ont eu, à l'époque de la colline de Turin, une grande extension.

(1) Gastaldi, *Mem. Acc. sc. Torino*, 2^e série, t. XX; 1861.

(2) Gastaldi, *Atti Soc. ital. sc. nat.*, t. I; 1865.

(3) Gastaldi et Martins, *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. VII; 1850.

(4) Gastaldi et Martins, *loc. cit.*

(5) V. *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. XXVII, p. 569.

(6) V. *sup.*, p. 531, la note sur les collines de Turin.

(7) *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. XXVII, p. 358.

(8) *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. XXVII, p. 694.

(9) Gastaldi et Martins, *loc. cit.*

(10) J'avais, pour faciliter l'étude, conservé les mots *haut et bas niveaux*, que M. Belgrand avait adoptés; mais depuis la rédaction de cette note, j'ai reconnu, en étudiant les travaux de mes devanciers, que quelques-uns d'entre eux employaient ces adjectifs dans un sens particulier et différent de celui donné par d'autres auteurs. Je crois donc aujourd'hui devoir les remplacer par les annotations 1^{re}, 2^e, etc., *terrasses*, ou niveaux d'affaissement dont les numéros d'ordre correspondent à ceux des phases glaciaires ou niphœales, ou d'exhaussement qui ont immédiatement précédé chacune de ces terrasses alluviales, dont le lit de fond est probablement antérieur à l'existence du glacier qui porte le même numéro d'ordre; ce qui explique la superposition de deux faunes différentes dans la même terrasse.

(Note ajoutée pendant l'impression.)

(11) *Intorno al monumenti di Ravenna.*

(1) G. de Mortillet, *Terrains du versant italien des Alpes comparés à ceux du versant français*. *Bull. Soc. géol. de France*, 2^e série, t. XIX, p. 184; 1862; — *L'époque quaternaire dans la vallée du Pô*. *Bull. Soc. géol. de France*, 2^e série, t. XXII, p. 138; 1864; — *Carte des anciens glaciers du versant italien des Alpes*. — Omboni, *Bull. Soc. géol. de France*, 1855. — Cocchi, *id.*, 1856. — Ch. Martins, *id.*, 1866. — Baretti, *id.*, 1867.

Ainsi, si je considère comme du même âge tous les poudingues qui sont indiqués, soit dans l'éocène supérieur, soit dans le miocène moyen, ou entre deux, je trouve une analogie remarquable entre la formation de la colline de Turin et le système des poudingues de l'Ariège, que M. l'abbé Pouech décrit dans le tome XXVII de notre *Bulletin*, dans les pages 267 à 286. En effet, de part et d'autre, il y a cinq bancs principaux de poudingues et quelquefois un sixième ; les couches intercalées contiennent des lits de cailloux et sont formées d'assises de marnes ou d'argiles, de sables ou de grès. Les poudingues les plus puissants sont aussi à l'extérieur de la formation et forment la paroi de la montagne soulevée. C'est contre cette paroi de poudingues que butent, dans l'Ariège, les marnes horizontales à *Dinotherium*. Il n'y a qu'une seule différence, c'est que le banc inférieur de la Superga est aussi très-puissant. Dans les treize coupes publiées par M. l'abbé Pouech, les indications sont identiques ; seulement il numérote les bancs de poudingues de haut en bas, tandis que j'ai fait l'inverse. Enfin, pour compléter l'analogie, je cite les 8^e et 9^e lignes de la page 275 : « Dans toutes les assises, d'ailleurs, les bancs sont très-réguliers, et les galets qui les composent parfaitement arrondis, bien que profondément impressionnés et rayés les uns par les autres. » Remarquez le mot *rayés*. Si les cailloux sont impressionnés, c'est qu'ils sont calcaires ; dans ce cas, l'impression se produit rapidement, sans doute par l'action des eaux d'infiltration. Mais si les cailloux de l'Ariège sont bien roulés, ceux que nous avons vus aux environs de Pau, lors de la réunion extraordinaire à Bayonne, en 1866, étaient loin de l'être. Aussi, sans vouloir persuader qui que ce soit, je prie seulement de prendre en considération la ressemblance que je signale.

Si je passe ensuite à l'Algérie, je trouve dans les derniers travaux publiés sur notre colonie, dans le *Bulletin* (1), qu'il existe une formation de poudingues vers la base du miocène. En Palestine, M. L. Lartet (2) signale les mêmes dépôts ; il les indique aussi pour l'Égypte et même pour l'Inde. De là nous

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. XXIII, Péron, p. 710 ; — t. XXV, Ville, p. 268 ; Hardouin, p. 333 ; Ville, p. 644.

(2) *Essai sur la Géologie de la Palestine, de l'Égypte et de l'Arabie*, par L. Lartet, 1869. Voir page 214.

les retrouvons en Australie, où ils constituent les alluvions inférieures; c'est M. Sergeant de Ballarat qui les a reconnus à 340 pieds anglais au-dessous du gravier aurifère pliocène, à Tea-tree-Creek, dans la province de Victoria. Ici, comme en Égypte et dans l'Inde, le poudingue miocène repose sur une argile noire contenant de gros troncs d'arbres (1).

Ainsi on retrouve cette formation erratique d'un pôle à l'autre.

A partir de cette époque miocène jusqu'au commencement de l'époque quaternaire, les phénomènes glaciaires sont, dans leur extension, intermittents avec des dépôts marins ou lacustres; et cette intermittence est nettement accusée par l'intercalation des dépôts. Pendant l'époque quaternaire, l'intermittence est encore indiquée par le loess qui recouvre les flancs de la moraine de Rivoli.

Mais si l'intermittence nous échappe lorsqu'on quitte la deuxième phase quaternaire pour se rapprocher de l'époque actuelle, on trouve, au contraire, dans cette partie la preuve des affaissements et des exhaussements alternatifs et presque la loi de leur amplitude. Ainsi Ravenne est un témoin daté de ce fait; mais, à Paris, nous en avons d'autres preuves: d'abord les débris mérovingiens qu'il y a quelques années on retirait à la drague sous un mètre de cailloux; ensuite les niveaux de Grenelle supérieur et de Grenelle inférieur, qui correspondent chacun à des terrasses étagées en sens inverse au-dessus de la rivière actuelle.

Si on refusait d'accepter les oscillations, il faudrait admettre que, depuis l'époque du moyen niveau, en même temps que le volume des rivières diminuait (fait presque certain), il y aurait eu aussi un affaissement lent des continents, pour que la rivière puisse remblayer son lit; car elle avait autrefois, comme le prouvent les terrasses, la même pente qu'aujourd'hui. En outre, il conviendrait de reconnaître, ce que j'ai déjà cherché à montrer à la Société pour le Rhône, que, dans ce cas, les fleuves d'autrefois auraient eu un débit colossal comparé à celui d'aujourd'hui. M. Gastaldi a trouvé qu'en Italie ils auraient débité deux cents fois plus d'eau. Mais ce chiffre est trop faible pour les premiers niveaux, car j'avais trouvé pour

(1) *Des Minerais à l'Exposition de Paris en 1867*, par A. Caillaux, p. 437.

— Brochures données à l'Exposition de 1867 par la colonie de Victoria: Mines et minéraux, page 16; Géologie et géographie, p. 36.

le Rhône un débit de cinq mille fois celui de l'étiage actuel, ou trois cents fois celui des grandes crues.

Quoi qu'il en soit, il faudra néanmoins admettre qu'il y a eu une oscillation ascendante entre le lit de fond du haut niveau et celui du moyen niveau; car les travaux de M. Belgrand ont montré que le lit de fond du haut niveau de la Seine était au-dessus du lit actuel.

On acceptait aussi autrefois une série de changements brusques dans le régime des eaux. Cette supposition, peu en rapport avec les phénomènes naturels, était nécessaire pour expliquer la présence des terrasses à des niveaux différents; mais elle devient inutile lorsqu'on admet l'oscillation du sol, parce que la terrasse est alors l'effet du remplissage de la vallée devenue, par suite de l'affaissement, un lit trop vaste et trop profond; tandis que les lits inférieurs sont les niveaux de l'érosion lors des exhaussements du sol. Et si ces terrasses ont au-dessus du niveau des rivières actuelles des hauteurs variables suivant les vallées, c'est sans doute par suite de mouvements dans les diverses failles de l'Europe pendant l'époque quaternaire. En effet, quoique les débits des rivières aient dû rester proportionnels entre eux, nous avons les variations suivantes entre les hauteurs approximatives des terrasses au-dessus de leurs rivières respectives :

Niveaux (1).	Seine à Paris.	Pô à Turin (2).	Garonne à Toulouse.
Ancien.	Au-dessous de 600 mètres d'altitude au-dessus du niveau de la mer.		
Haut.	29 à 36m (3)	180m	55m (4)
Moyen.	12 (3)	80	25 (4)
Bas.	5	20	15 (4)
Récent.	2	2	5
Actuel.	0	0	0

(1) Les chiffres sans indications sont des mesures approximatives que j'ai prises à vue.

(2) J'ai relevé les chiffres du Pô en 1871.

(3) Belgrand, *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. XXV, p. 499; 1868.

(4) Leymerie, *Bull. Soc. géol.*, t. XII, p. 1299; 1855.

Niveaux.	Rhône (1) au Theil.	Rhône (1) avant (2) le fort de l'Écluse.	Agout (3).
Ancien.	Au-dessous de 600 mètres d'altitude au-dessus du niveau de la mer.		
Haut.	120 à 130 ^m (4)	100 à 130 ^m	125 ^m
Moyen.	50 (4)	50	85
Bas.	25 (4)	20	55
Récent.	10	10	15
Actuel.	0	0	0

Ces chiffres prouvent, par leur variabilité suivant les vallées, que le système oscillatoire est celui qui répond le mieux à tous les faits. D'ailleurs, lorsqu'un corps flexible est animé d'un mouvement rapide, si son centre de gravité se déplace, ou le mouvement change, ou plutôt c'est la forme du corps qui change. Donc, si par la pensée nous déplaçons le centre de gravité de la terre, il faudra ou changer ses pôles de place, ou changer sa forme. Or, la terre est un corps éminemment flexible, donc le changement de forme sera de toutes les solutions la plus naturelle, la moins cataclystique, et on peut presque ajouter, la seule admissible. Il en résulte que si les zones circumpolaires se surchargent d'une masse de glace, leurs surfaces s'affaisseront proportionnellement à la charge.

Nous sommes donc en droit d'admettre que l'oscillation du sol de Ravenne correspond à une variation dans l'intensité glaciaire. La durée de cette oscillation nous donnera une idée de la rapidité du mouvement. Ainsi les édifices affaissés aujourd'hui ont été fondés de l'an 450 à l'an 530 de notre ère (5), et le dernier pavé de Saint-Vitale est de l'origine du onzième siècle, c'est-à-dire qu'à cette époque l'affaissement était déjà arrêté, de même qu'en 530 il commençait à peine. Il convient donc d'admettre que l'affaissement a duré un peu plus de quatre cents ans, mais moins de cinq cents, et qu'il a commencé vers l'an 600 de notre ère.

(1) De la comparaison des chiffres relatifs au Rhône, il résulte que l'ouverture de l'Écluse à travers le Jura est antérieure à l'époque quaternaire, puisque la pente a toujours été la même qu'aujourd'hui.

(2) J'ai relevé les chiffres du Rhône sur deux points différents entre Genève et l'Écluse, en 1869 et 1871.

(3) H. Magnan, *Terrain quaternaire de la montagne Noire et Ancien lit de l'Agout*. Bull. Soc. Hist. nat. de Toulouse, t. IV, p. 120.

(4) G. de Mortillet, qui m'a donné cette coupe de la vallée du Rhône en mars 1869.

(5) *Guide pour les monuments de Ravenne*, publié à l'occasion de la réception du cinquième congrès préhistorique, le 7 octobre 1871.

Ces mouvements oscillatoires, comme nous le prouve l'emboîtement des quatre derniers niveaux de la Seine, tendent vers un état stable. Il convient donc d'assimiler ce mouvement oscillatoire à celui du pendule dont les oscillations sont isochrones.

Si nous admettons cette hypothèse, nous aurons périodiquement quatre cents ans d'affaissement et quatre cents ans d'exhaussement. Ainsi, en partant du commencement de l'affaissement de Ravenne, nous pourrions, en reculant de quatre cents ans en quatre cents ans dans l'antiquité, chercher quelque vérification de cet essai de chronologie géologique. Puisque sous Théodoric le sol de Ravenne était près de s'affaisser, quatre cents ans auparavant ce sol devait être sous l'eau et près de s'exhausser, et huit cents ans avant Théodoric il se pouvait que ce sol fût émergé. Les quatre cents ans avant Théodoric nous reportent à la fin du premier siècle de notre ère, et les huit cents ans au troisième siècle avant notre ère. Ainsi, au premier siècle de notre ère, un sol précédemment émergé a dû s'immerger.

M. le capitaine Angelucci, directeur du Musée d'artillerie de Turin, a fouillé la station du lac de Varèse et y a trouvé beaucoup d'objets très-intéressants (1). Dans ses études, il a remarqué que Pline, qui a parlé d'autres palafites, n'a pas mentionné celui de Varèse. Mais, en outre, il m'a dit avoir trouvé à la surface, dans la vase, des médailles du premier siècle de notre ère. Il est donc probable que ce sol, aujourd'hui recouvert d'un mètre d'eau, était alors une terre ferme et habitée, et que ce village a été submergé vers l'an 200, au moment du plus grand affaissement du sol, par une crue de la rivière qui aura rempli son lit devenu trop profond. Depuis, la rivière n'aura pu déblayer son lit, et le soi-disant palafite est resté sous l'eau. Cela n'empêche pas que les pilotis peuvent appartenir à un ancien palafite, qui aurait existé huit cents ans avant, c'est-à-dire vers l'an 700 avant notre ère.

Les monnaies du lac de Varèse recueillies sur un sol vaseux, à un mètre sous l'eau, me permettent de supposer que je suis dans le vrai en admettant l'isochronisme des oscillations. Alors on peut calculer les dates des exhaussements et des

(1) *Le Palafitte del lago di Varese e le armi di pietra del Museo nazionale d'Artiglieria*, par son directeur A. Angelucci; Turin, 1871.

affaissements successifs. On aura ainsi pour les maxima des affaissements des différents niveaux les dates suivantes :

Niveau récent 1000, bas 200 (J.-C.), moyen 700, haut 1500, ancien 2300, — dates qui ne sont, bien entendu, que vaguement approximatives.

En astronomie, l'effet suit toujours la cause; les glaciers doivent donc précéder ou suivre l'affaissement, selon que les uns sont la cause ou l'effet de l'autre. Ne serait-il pas possible que, sur ce sujet, l'histoire puisse nous aider? Car on voit, un peu plus d'un siècle après la fin de l'affaissement de Ravenne, les Turcs et les Mongols quitter le nord de l'Asie pour se répandre en Europe et en Asie mineure. Ce fait n'est pas isolé, puisque nous voyons encore, au deuxième et au troisième siècles de notre ère, après l'affaissement du lac de Varèse, les peuples de la Germanie commencer à envahir l'empire romain. Ces divers peuples qui couraient vers le sud, comme des avalanches, ne fuyaient-ils pas devant un climat devenu trop froid? Ces deux exemples nous permettent de supposer que les autres traces de grandes invasions dont l'histoire nous a conservé le souvenir, doivent accorder leurs dates avec celles indiquées plus haut pour les affaissements maxima. En effet, les invasions gauloises et scythes commencent en 600, celle des héros de la Grèce vers 1400, et celle de la tour de Babel en 2200. De ces coïncidences on doit penser que les grandes migrations sont la conséquence d'un accroissement de l'intensité glaciaire, développée à des périodes régulières par des oscillations isochrones.

Si je ne pousse pas plus loin cet essai de chronologie géologique, c'est que la Bible est la seule histoire qui puisse nous servir, et qu'en outre, dire que les silex taillés miocènes de Thenay sont de l'an 3800 avant notre ère, est contraire aux idées admises aujourd'hui sur la durée infiniment longue des périodes géologiques. Je me résume ainsi (1) :

(1) On voit, par le résumé en tableau de la note précédente, que du commencement du XI^e siècle à celui du XV^e, il a dû se produire un exhaussement, au moins dans la Haute-Italie. Ensuite, de l'origine du XV^e siècle à celle du XIX^e, le lit des rivières a dû s'affaisser un peu. Alors, d'après ce qui a été dit antérieurement, les rivières ont dû produire dans leur lit une nouvelle terrasse.

Si, à ce point de vue, on étudie le lit des rivières des environs de Turin,

la Stura, la Dora, le Pô, on voit, en effet, sur différents points, se former de nouvelles terrasses. Elles sont surtout visibles en amont des confluent des deux rivières. Ces terrasses ont environ 0^m50 de hauteur au-dessus des basses eaux.

Leur composition est la même que celle des autres terrasses de tous les niveaux lorsque ces dernières sont complètes. Elles sont formées d'un lit de fond en cailloux, recouvert d'une couche de gravier et de sable, et au-dessus est une assise de lœss ou de limon. Une seule différence existe entre ces terrasses et celles des autres âges, c'est que le lœss ou limon de la terrasse actuelle est rarement divisé en deux couches de couleur différente; cependant cela se voit quelquefois, sur les points qui sont le moins souvent recouverts par les eaux de la rivière. Ces terrasses ne se produisent que parce que le fleuve est abandonné à lui-même, et n'est soumis à aucun régime artificiel.

Il en résulte qu'en Italie la loi suivie par la variation des amplitudes des oscillations d'affaissement est approximativement indiquée par la série des nombres suivants : 0,50 ; 2 ; 20 ; 80 ; 180 ; 600 ; 380 ; 300 ? . Les cinq premiers nombres sont les hauteurs des terrasses fluviales au-dessus du fleuve, ou des terrasses littorales au-dessus de la mer (son zéro est au-dessous du niveau de l'eau; c'est le plan de corrosion de la lame). Les autres nombres sont les altitudes, au-dessus de la mer, de la terrasse ancien niveau, du pliocène et du miocène supérieur; ce dernier est douteux.

Ces nombres ne donnent pas l'amplitude réelle de l'oscillation. Pour trouver cette valeur à l'époque de Théodoric, il faut remarquer que le pavé de son palais était encore, le 7 octobre 1871, à 0^m10 au-dessous du niveau de la mer, et qu'il en est de même pour le Baptistère de Ravenne, qui fut fondé entre 425 et 430, car son plus ancien pavé est à 0^m15 sous la mer. L'amplitude réelle sera donc donnée par la somme de la hauteur du sol actuel au-dessus de la mer, plus la hauteur de la mer au-dessus du pavé du monument, plus la hauteur de ce pavé au-dessus de l'ancien sol, plus l'altitude de cet ancien sol au-dessus de la mer de cette époque. Cette dernière donnée ne peut être fournie que par des recherches le long de la côte, et surtout dans les ports maritimes du IV^e ou du V^e siècle.

Considérations sur le sol arable et sa représentation graphique, en réponse à la note de M. Levallois sur la corrélation des cartes géologiques et des cartes agronomiques (V. supra, p. 440), par M. Jacquot (1).

La conclusion qui semble se dégager le plus nettement de la note de M. Levallois *sur la corrélation des cartes géologiques et des cartes agronomiques*, est que les premières peuvent être utilisées pour représenter graphiquement le sol arable.

M. Levallois ne met à ce double emploi qu'une condition : c'est qu'on exécutera sur le sol des études analytiques en vue de fixer sa composition et d'établir la légende spéciale qui le concerne. S'il admet, en effet, qu'il y a coïncidence entre les compartiments géologiques et ceux qui représentent la terre végétale, il est bien obligé de reconnaître que, dans la plupart des cas, les propriétés physiques et chimiques du sol géologique ne se retrouvent point dans le sol arable.

A l'appui de la thèse qu'il a soutenue, M. Levallois a invoqué l'autorité des éminents auteurs de la Carte géologique de France, lesquels, ayant à tracer un programme pour l'exécution des cartes agronomiques, disaient dans une note qui porte la date du 26 août 1852 :

« La terre végétale, quoiqu'elle ait souvent une origine » indépendante du sous-sol et qu'elle ait été quelquefois modifiée par les travaux des hommes, a cependant, presque » toujours, de nombreux rapports avec le sous-sol; elle reste » la même tant que le sous-sol ne varie pas, et elle varie » lorsque le sous-sol change. »

Enfin, toute l'argumentation de la note de M. Levallois a roulé sur le rapprochement qu'il a fait entre la *Carte géologique de la Meurthe*, dont il est l'auteur, et la *Carte agronomique de l'arrondissement de Toul*, dont la publication remonte à douze années. La *carte du Gers*, tout récemment parue, a été également mise en cause. M. Levallois a cru trouver une éclatante confirmation de sa manière de voir dans cette circonstance que cette carte est à la fois géologique et agronomique.

(1) Par dérogation à l'article 57 du Règlement, la Commission du Bulletin a, dans sa séance du 17 décembre 1872, autorisé l'insertion à la fin de la séance du 17 juin 1872, des observations de M. Jacquot qui n'avaient été remises au Secrétariat que le 20 novembre 1872.

Les questions que soulèvent l'origine de la terre végétale et sa représentation graphique, comme toutes celles qui sont du domaine de la géologie, ont besoin d'être élucidées sur le terrain. Elles exigent, en outre, l'intervention de l'analyse chimique. Vouloir les résoudre en dehors de ce champ naturel d'études, par la simple comparaison de cartes, et en ne tenant aucun compte des textes explicatifs qui accompagnent ces cartes, cela me paraît tout à fait inadmissible. Car on ne saurait trop insister sur cette vérité, que les cartes agronomiques ne peuvent pas plus se passer de texte descriptif que les cartes géologiques, et que, faute de commentaires, les unes et les autres sont réduites au rôle insignifiant de *cartes muettes*. C'est en négligeant l'observation directe, pour faire de l'origine de la terre végétale une question purement spéculative, où les réactions chimiques de l'atmosphère sur l'enveloppe solide du globe ont seules été prises en considération, que la plupart des agronomes, qui ont traité cette matière, sont tombés dans les plus graves erreurs.

M. Levallois ne m'opposant pas d'observations recueillies dans les conditions que je viens de définir, aucune conclusion pratique ne peut, à mon sens, sortir de la discussion qu'il a soulevée. Aussi, je n'y entre qu'avec une extrême répugnance. Toutefois, j'ai été mis en cause d'une façon tellement directe dans cette discussion que, si j'avais gardé le silence, on aurait pu croire que j'avais abandonné les principes posés dans l'Introduction de la *Statistique agronomique de l'arrondissement de Toul* (1), tandis que douze années d'études suivies dans le Sud-Ouest, en Espagne, enfin dans le bassin de Paris, n'ont fait que confirmer ma manière de voir.

Il y a, dans la note de M. Levallois, des considérations qui ne peuvent soulever, de ma part, aucune objection. De ce nombre sont les coïncidences qu'il a signalées entre certains compartiments géologiques et ceux qui représentent la terre végétale. L'introduction du Texte explicatif de la Carte agronomique de l'arrondissement de Toul, publié en 1860, est, en grande partie, consacrée à les faire ressortir. J'ai notamment insisté sur la concordance qui existe, au point de vue des limites, entre les calcaires de l'oolithe inférieure et le dépôt

(1) *Essai d'une Statistique agronomique de l'arrondissement de Toul*, par E. Jacquot. Paris, Imprimerie impériale; 1860.

meuble, superficiel, de couleur rougeâtre, élément constitutif des terres de la région connue sous le nom de Haie (1). J'ai même généralisé cette observation beaucoup plus que ne l'a fait M. Levallois, en l'appliquant à la Moselle et aux Vosges, et en indiquant, dans une note, que la terre rouge recouvrait aussi bien la grande oolithe de Caen que l'étage jurassique inférieur aux environs de Poitiers. Depuis lors, j'ai été conduit à étendre encore le rapprochement. Deux analyses de terres empruntées aux Causses de la Lozère (2) m'ont permis de reconnaître que cette contrée, également jurassique, présentait, sous le rapport du sol arable, la plus grande analogie avec les plateaux oolithiques de la Lorraine. Enfin, les calcaires jurassiques de la province de Cuenca (Espagne) m'ayant offert la même terre rouge, je n'ai pas manqué l'occasion de faire ressortir cette nouvelle concordance (3). Mais, en même temps, et malgré les apparences contraires, j'ai toujours maintenu que le dépôt superficiel rougeâtre ne procédait point des calcaires sous-jacents par voie de décomposition, et j'ai énergiquement affirmé son indépendance comme formation. C'est en cela que je me sépare de M. Levallois. Il est vrai qu'il a gardé le silence sur cette question; mais les rapprochements que renferme sa note, faute d'être accompagnés d'un correctif indispensable, peuvent conduire à la conclusion de la formation du sol arable par voie de décomposition. Et de fait elle en a été déduite, sans efforts, au cours de la discussion engagée au sein de la Société géologique.

(1) Il serait impossible, sans allonger démesurément cette note, de citer *in extenso* les passages des textes invoqués à l'appui de mon argumentation. Je me contenterai, le plus souvent, d'y renvoyer en indiquant la place qu'ils occupent. C'est à la page XII de l'introduction que se trouve le rapprochement auquel je fais allusion. On reconnaîtra, je l'espère, qu'il est présenté sous une forme qui ne prête guère à l'équivoque.

(2) Ces analyses, exécutées dans le laboratoire de Bordeaux, sont restées inédites. Elles s'appliquent à des terres recueillies aux environs de Sainte-Enimie, l'une à la surface du plateau formé par l'oolithe inférieure, l'autre sur l'étage moyen. Toutes les deux reproduisent le faciès du dépôt rouge des plateaux de la Lorraine : même sable, même argile, même oxyde de fer rouge, en petits grains arrondis et colorant la masse du dépôt. Les analyses ont d'ailleurs donné des résultats qui concordent complètement avec ceux que l'on a obtenus sur les terres de la Haie.

(3) *Esquisse géologique de la Serrania de Cuenca. Annales des Mines*, 4^e série, t. IX, p. 438.

M. Levallois m'a opposé l'autorité des savants auteurs de la carte géologique de la France. Est-il bien certain de les avoir pour auxiliaires, et que le programme rédigé en vue de l'exécution des cartes agronomiques renferme en germe la thèse qu'il a soutenue? Cela serait, il faut bien le reconnaître, assez étrange et passablement inconséquent. Mais il n'en est rien, comme on peut s'en convaincre par le passage suivant de la note de 1852, qui, s'il ne contredit pas formellement celui que M. Levallois a cité, en atténue du moins beaucoup la portée :

« Le nombre des compartiments homogènes dans lesquels
» la carte agronomique divisera le sol d'un département, ne
» sera pas le même que celui des compartiments de la carte
» géologique :

» 1° Parce qu'il arrive quelquefois, quoique rarement, que
» la terre végétale varie sur un même sous-sol, ce qui peut
» conduire à diviser un même compartiment géologique en
» deux ou plusieurs compartiments agronomiques ;

» 2° Parce que la seule différence de hauteur, les sol et sous-
» sol restant les mêmes, peut rendre très-différents pour l'agri-
» culture des terrains semblables du reste, ce qui introduit
» un nouveau principe de division ;

» 3° Parce que la géologie considère quelquefois dans le sol
» des compartiments très-petits, correspondant, par exemple,
» à des masses éruptives dont l'influence n'est pas assez éten-
» due pour donner lieu à une terre végétale particulière, et
» se confond avec celle des compartiments voisins dans une
» sorte de moyenne générale. »

Ces raisons ne sont point les seules que l'on puisse faire valoir à l'appui des différences qui peuvent exister entre la représentation graphique du sol géologique et celle de la terre végétale. En se plaçant, pour un instant, au point de vue des auteurs du programme de 1852, en admettant avec eux l'influence exclusive des roches vives dans la formation de cette dernière, on ne peut s'empêcher de reconnaître que cette influence dépend seulement de la composition de la roche, qu'elle est simplement *minéralogique* et absolument *nulle sous le rapport géologique*. En d'autres termes, ce qui est *a priori* évident, une marne, qu'elle soit jurassique, crétacée ou tertiaire, donnera toujours lieu, par désagrégation, à un sol argilo-calcaire, doué de propriétés identiques bien déterminées sous le rapport agronomique, et un sable quartzeux à un

sol siliceux, quelle que soit d'ailleurs la place que celui-ci occupe dans la série des terrains. La discordance entre les deux ordres de faits géologiques et agronomiques se produira ici en sens inverse de celles qui ont été antérieurement signalées; au lieu de diviser les compartiments géologiques, elle aura une tendance à les réunir. Elle y parviendra souvent, même pour des compartiments séparés dans l'échelle géologique par des intervalles considérables, car on sait combien les récurrences de composition y sont fréquentes. Aussi, en restant toujours dans l'ordre d'idées du programme, c'est certainement la considération capitale à faire valoir pour les dissemblances qu'offriront nécessairement les cartes géologiques et les cartes agronomiques. On peut en inférer que le nombre des compartiments agronomiques entre lesquels se divisera la carte d'une contrée sera toujours moindre que celui des compartiments géologiques, et que, plus la contrée sera étendue, plus la disproportion entre les deux termes sera considérable.

Je trouve une preuve à l'appui de cette assertion dans un document certainement peu connu des géologues, parce qu'il est relégué dans un ouvrage qui est fort peu répandu et complètement étranger d'ailleurs à leurs études habituelles. On se trompe quand on ne fait remonter qu'à une trentaine d'années la première idée des cartes agronomiques, et je suis bien aise de saisir l'occasion de rectifier cette erreur, que j'ai moi-même contribué à propager. Il y a un document très-intéressant et beaucoup plus ancien, puisqu'il remonte à 1789 et n'est postérieur que de quelques années aux relevés géologiques exécutés par Guettard et par Monnet. C'est la carte agronomique qu'Arthur Young a jointe à la relation de ses voyages en France. L'auteur était, il faut bien le reconnaître, dépourvu des connaissances physiques et chimiques nécessaires pour mener un pareil travail à bonne fin; mais s'étant trouvé en contact avec ce que chaque province renfermait alors d'agriculteurs renommés, il a pu s'inspirer de leurs conseils et résumer leurs observations. Son œuvre ne manque donc point de valeur, et il y a telles parties de cette ébauche qui, à part quelques erreurs de tracé qui se trouvent expliquées et atténuées par l'exiguité de l'échelle, donnent déjà une idée assez nette de la répartition des grandes divisions du sol arable à la surface du territoire français. Je remarque que le célèbre *farmer* anglais est parvenu à les exprimer au moyen de sept

teintes conventionnelles. Une carte agronomique générale, entreprise avec les données plus précises que l'on possède aujourd'hui, n'en emploierait vraisemblablement pas un beaucoup plus grand nombre. D'un autre côté, sur la carte générale de la France, publiée en 1841, le sol géologique est partagé en trente-huit compartiments distincts, et celle en cours d'exécution doit en contenir bien davantage. Ces différences mettent en relief la disproportion qui existe entre l'expression des deux ordres de faits géologiques et agronomiques sur une carte embrassant une contrée d'une certaine étendue.

Une considération également omise dans le programme de 1852, mais d'une importance beaucoup moindre que celle que je viens de développer, est tirée de l'existence des passages transgressifs. Il est manifeste qu'elle a pour effet d'introduire un nouvel élément de discordance dans la représentation géologique et la représentation agronomique du sol. Si, trop souvent, on a abusé des passages transgressifs, il y a néanmoins quelques exemples bien constatés d'assises qui, se trouvant au même niveau géologique, présentent dans leur constitution minéralogique des différences essentielles pouvant se traduire dans le sol qui les recouvre. Un des meilleurs, à ma connaissance, est celui qu'offre le terrain liasique, lequel, calcaire et marneux en Lorraine, devient presque exclusivement siliceux dans l'espèce de saillant que présente la formation jurassique entre l'Ardenne et le Hunsrück.

Il y a donc, même en s'en tenant au point de vue restreint du programme de 1852, beaucoup de motifs pour que la représentation graphique de la terre végétale ne soit pas un calque exact de celle qui est propre au sol géologique.

Quoi qu'il en soit, ce programme n'a pas tardé à être mis à l'épreuve. On a été, je crois, d'accord pour reconnaître que la direction qu'il assignait aux recherches à entreprendre en vue de l'exécution des cartes agronomiques était vague et indécise. J'ai été un des premiers à en faire l'expérience, et à la suite des explorations effectuées pour la confection de la carte de Toul, j'ai introduit dans la question de l'origine de la terre végétale et de sa représentation graphique, la considération, jusque-là négligée, de l'influence des dépôts meubles, superficiels, considération simple, pratique et que je persiste à croire vraie. C'est à cette opinion que M. Levallois a fait allusion dans sa note ; et, quand il a ajouté qu'elle reposait sur une notion vulgaire, il n'a fait que confirmer ma propre apprécia-

tion. J'avais, en effet, dit dans l'introduction de la Statistique agronomique de l'arrondissement de Toul, que la distinction établie entre le solarable et le sol géologique paraîtrait banale, tant elle était simple (1). Toutefois, vulgaire ou banale, cette opinion avait alors un mérite incontestable, celui d'être en opposition formelle avec le programme officiel ainsi qu'avec les descriptions géologiques publiées (2), et en contradiction avec tous les traités d'agronomie, qui considéraient la terre végétale comme étant le produit direct de la décomposition lente des roches sous l'influence des agents atmosphériques (3).

(1) Introduction, page ix.

(2) Témoin ce passage que j'emprunte à l'Explication de la carte géologique de la France, et qui peut s'appliquer, par extension, au pays Toullois, tant la localité citée en est voisine (T. II, p. 417).

« Ce calcaire oolithique (hauteurs de Malzéville aux portes de Nancy) est » schistoïde et se délite en laves analogues à celles de la Bourgogne. De là » résultent de nombreuses pierrailles qui sont mélangées à la terre végétale; ce qui n'empêche pas le plateau d'être cultivé. Cette terre est rouge, » ainsi qu'on le remarque en Bourgogne sur les plateaux de calcaire à » entroques; *coloration qui provient probablement, dans l'un et l'autre cas, du résidu de peroxide de fer laissé par la dissolution du calcaire qui présente sur beaucoup de points de petites veines ocreuses.* Il contient » aussi quelques filons spathiques. »

(Note ajoutée pendant l'impression).

(3) Parmi les causes assignées dans les traités d'agronomie à la formation de la terre végétale, une des plus fréquemment reproduites est celle qui présente le sol arable des plateaux calcaires comme étant le résidu d'une sorte de lavage opéré sur ces terrains par les eaux météoriques. Cette opinion a contre elle l'observation directe du terrain et l'analyse chimique, car ces deux procédés d'investigation révèlent constamment, dans le sol arable, la présence d'éléments étrangers au sous-sol, tels que grains d'hydroxide de fer ou petits graviers de quartz. On peut encore remarquer que si l'hypothèse de la formation de la terre végétale par voie de décomposition était exacte, dans les contrées où les couches sont inclinées et affleurent par leurs tranches, celle-ci devrait être influencée dans sa constitution en passant d'une assise à l'autre, car il y a bien peu de formations ou d'étages géologiques qui soient composés de roches minéralogiquement identiques. Or, c'est précisément le contraire que l'on observe, et l'on voit, dans la plupart des cas, le dépôt meuble s'étendre, avec une constance de composition très-remarquable, sur des assises présentant d'ailleurs une constitution assez variée. Ce cas s'observe, notamment en Lorraine, sur le plateau formé par l'oolithe inférieure, où le dépôt rouge, élément des terres de la Haie, recouvre indifféremment et sans changer de nature, aussi bien le calcaire à poly-

J'ai développé ces vues dans l'introduction de la Statistique agronomique de l'arrondissement de Toul. Comme elles forment le point de départ et le fond de la discussion soulevée par M. Levallois, j'en exposerai, en quelques lignes, la substance.

Tous les géologues qui se sont livrés à des observations sur le terrain ont pu remarquer que dans les pays de plaines ou de plateaux, c'est-à-dire dans les contrées plus particulièrement agricoles, les roches vives, objet de leurs recherches, ne viennent pas, en général, affleurer à la surface du sol. Elles sont presque constamment recouvertes par ces dépôts formés de matériaux incohérents ou meubles que l'on a coutume de considérer comme diluviens, bien que quelques-uns d'entre eux paraissent devoir être rapportés à la période tertiaire. Ces dépôts sont de nature assez variée, et, pour la plupart, encore mal définis, parce qu'ils ont été peu étudiés et que leur étude n'est pas, d'ailleurs, exempte de difficultés. Pour le géologue, ils passent le plus souvent inaperçus; car, dans la plupart des cas, ils n'ont qu'une épaisseur insignifiante et ne jouent qu'un rôle très-secondaire dans la composition de l'enveloppe solide du globe. Ils n'en constituent pas moins autant de formations indépendantes de celles sur lesquelles ils reposent, formations qui, pour l'agronome, ont un intérêt capital, puisque, occu-

piers qui est du carbonate de chaux presque pur, que les calcaires siliceux ou marneux qui constituent le reste de la formation.

Malgré ces preuves en quelque sorte tangibles de l'inanité de la théorie de la formation du sol arable par voie de décomposition des calcaires, celle-ci a encore des adhérents, comme l'a prouvé la discussion engagée au sein de la Société géologique sur la note de M. Levallois, tant est puissante la contagion de l'erreur. Pour la combattre, j'ai fait plus que multiplier les analyses; je l'ai mise en contradiction avec elle-même, en prouvant que les eaux météoriques enlèvent au sol, par voie de ravinement, une quantité de terre végétale infiniment plus considérable que celle qu'elles peuvent former par dissolution. Je ne saurais, sans allonger démesurément cette note, reproduire ici la démonstration que j'en ai donnée. On la trouvera dans le tome XXIV du Recueil des actes de la Société Linnéenne de Bordeaux (*Note sur une terre végétale provenant de la petite chaîne connue sous le nom de l'Alaric, Aude*), et on reconnaîtra, je l'espère, qu'elle a toute la rigueur d'une démonstration mathématique. Les éléments sur laquelle elle repose ont été empruntés aux observations journalières faites à Marmande pendant une longue série d'années, sous le contrôle du service des ponts et chaussées, c'est assez dire qu'ils ne peuvent être l'objet d'aucune contestation.

pant une place superficielle, elles fournissent les éléments constitutifs de la terre végétale des plateaux.

Quant aux pentes des collines qui renferment des affleurements de roches dures, rien n'est plus commun que d'y rencontrer des éboulis formés aux dépens de ces dernières. Ces éboulis, qui modifient profondément la nature du sol arable, n'ont, pour le géologue, qu'une importance tout à fait secondaire.

Il faut donc reconnaître que la terre végétale, soit qu'elle provienne de la désagrégation des dépôts meubles superficiels, comme cela a lieu dans les plaines, soit que sa composition se trouve influencée par les éboulis, comme cela se voit très-fréquemment sur les flancs des coteaux, constitue, par rapport au sol géologique, *un produit relativement moderne*. Son étude forme *une petite géologie spéciale*, suivant une marche parallèle à celle qui s'occupe des roches vives, lui empruntant même ses procédés d'observation, mais s'en distinguant d'une manière bien nette par l'objet sur lequel elle s'exerce. La raison d'être des cartes agronomiques est tout entière dans cette distinction capitale.

Dans la note sur la corrélation des cartes géologiques et des cartes agronomiques, on ne trouve pas de graves objections de fond à cette manière de voir. M. Levallois s'est contenté de lui opposer l'exemple des marnes irisées, exemple bien mal choisi à mon sens, car de tous les terrains qui affleurent sur le versant occidental des Vosges, le keuper, formé presque exclusivement de roches peu résistantes, est celui qui a été le plus dénudé. Or, dénudation et extension des dépôts meubles superficiels sont deux choses absolument corrélatives, d'où on peut conclure que, si dans quelques coteaux ards les marnes irisées étalent les vives couleurs auxquelles elles doivent leur qualification, elles sont en plaines presque constamment recouvertes par des dépôts limoneux. Ce cas est certainement de beaucoup le plus fréquent, et, bien que les marnes keupériennes renferment une assez forte proportion de carbonate de chaux magnésien, on ne rencontre généralement pas cet élément dans les sols qui les recouvrent.

A défaut d'objections directes, concluantes, les cartes agronomiques du Gers et de l'arrondissement de Toul ont été présentées, dans la note de M. Levallois, comme se trouvant en contradiction formelle avec les vues développées dans le texte explicatif de cette dernière. L'argumentation dirigée contre

elles n'est pas absolument correcte. La contradiction signalée pourrait, en effet, provenir uniquement de la défectuosité des cartes. Il me reste à examiner si cette contradiction est bien réelle, ou si, au contraire, les cartes mises en cause ne confirment pas les vues qui ont présidé à leur exécution.

Ce que M. Levallois n'a pas remarqué pour le Gers, c'est que la carte à la fois géologique et agronomique de ce département était le résultat d'un véritable compromis, qui se trouve motivé dans l'avant-propos du Texte explicatif. Le Gers étant une contrée sans importance industrielle et presque exclusivement agricole, le point de vue agronomique ne pouvait être omis sur la carte géologique, dont l'exécution avait été votée par le Conseil général du département. Pour donner suite au vœu formulé dans ce sens, j'ai dû faire porter les observations à la fois sur le sol géologique et sur le sol arable, et plus tard j'ai cherché à les exprimer sur une seule carte, en vue de réduire les dépenses, toujours considérables, afférentes à ce genre de publication. La concordance entre les deux sortes de compartiments géologiques et agronomiques a pu être établie, sans trop de difficultés, dans la région connue sous le nom de Haut-Armagnac, qui comprend les parties orientale et méridionale du département. Mais il n'en a plus été de même pour la région que l'Adour traverse et qui porte le nom de Bas-Armagnac. Le limon jaune diluvien recouvre toute cette contrée, à l'exception de quelques flancs de coteaux trop inclinés et sur lesquels il n'a pu tenir. Le sol arable, qui lui emprunte ses éléments, devait, par conséquent, y être représenté par une grande teinte plate. D'un autre côté, la disposition relative des assises tertiaires lacustres et des couches marines est tellement singulière dans cette région qu'il y avait un intérêt véritable à la faire figurer sur la carte; ce qui n'était praticable qu'à la condition de soulever le voile formé par le limon. Où trouve-t-on là la concordance signalée par M. Levallois entre l'expression des deux ordres de faits géologiques et agronomiques? C'est bien plutôt l'antagonisme qui se produit, et un antagonisme très-prononcé. Au résumé, pour la partie du Gers connue sous le nom de Bas-Armagnac, c'est au moyen de concessions réciproques constituant une véritable transaction, que l'on a pu dresser une carte à la fois géologique et agronomique, et dans cette transaction, je n'hésite pas à le déclarer, la représentation du sol arable a été quelque peu sacrifiée. Aussi le texte explicatif a-t-il dû souvent corriger ce qu'elle avait de

trop absolu. Il m'est impossible de ne pas faire remarquer que cette observation n'est pas exclusivement propre au Bas Armagnac. Elle a une portée beaucoup plus étendue, car on peut l'appliquer à toutes les contrées dans lesquelles les dépôts limoneux jouent un rôle considérable. Dans de pareilles régions, la représentation des faits géologiques, pour être nette, exige qu'on fasse abstraction de ces dépôts, réserve qui se trouve quelquefois expressément formulée dans les titres des cartes, et, dans tous les cas, bien certainement sous-entendue.

A défaut du Bas-Armagnac, le pays haut donne-t-il au moins raison à la thèse soutenue par M. Levallois ? Pas davantage, comme il me sera facile de le démontrer.

Les seuls plateaux que renferme le Haut-Armagnac se rencontrent dans la partie septentrionale de la région, sur les confins de l'Agenais. Ils sont formés par de gros bancs de calcaires miocènes, lacustres, à la surface desquels on observe un dépôt meuble, argilo-sableux, contenant de petits grains arrondis d'hydroxide de fer, nulle trace d'ailleurs de carbonate de chaux, et que colore en brun-noirâtre une matière organique analogue à l'humus. Le dépôt est si peu épais que les champs où il affleure sont couverts de débris de la roche sous-jacente ; d'où est venu le nom très-expressif de *Peyrusquets* (1), donné à la terre végétale qu'il constitue. Il est impossible de ne pas voir dans ce dépôt meuble une formation indépendante des calcaires qu'il recouvre. Cette formation est même des plus remarquables, car, par la matière organique qu'elle renferme, elle constitue une terre végétale originairement pourvue de tous les éléments indispensables à une végétation active. Il n'est pas inutile de noter qu'avant que la terre végétale ait révélé l'existence du dépôt humifère des plateaux du Haut-Armagnac, celui-ci était complètement inconnu, toutes les descriptions géologiques de la contrée l'ayant passé sous silence. C'est donc avec raison que, dans l'introduction de la Statistique agronomique de l'arrondissement de Toul, j'ai appelé, d'une manière toute spéciale, l'attention sur le rôle important que jouent, dans la formation de la terre végétale, les dépôts meubles superficiels, bien plus variés qu'on ne le croit généralement, et surtout encore bien imparfaitement connus. Ma conviction est que l'étude du sol arable mettra partout en

(1) Du gascon *Peyre* (pierre).

évidence l'existence de semblables dépôts, jusqu'ici ignorés, au grand avantage des études géologiques, qui finiront elles-mêmes par en tirer parti.

En dehors des plateaux dont il vient d'être question, le Haut Armagnac ne renferme que des collines présentant, d'une manière uniforme, des pentes faibles du côté de l'est, des revers passablement ardu, au contraire, dans la direction du couchant. Les premières sont recouvertes par le limon jaune diluvien; les assises qui entrent dans la composition du grand bassin tertiaire sous-pyrénéen affleurent dans les seconds; car c'est une notion élémentaire en géologie que les dépôts meubles superficiels n'ont tenu nulle part sur les pentes un peu fortes. On a dû établir, dans ces assises, plusieurs coupures, sous le rapport géologique. D'un autre côté, l'identité de leur composition a conduit à les réunir, au point de vue agronomique, sous la même accolade. Il en est résulté une discordance très-réelle entre l'expression des deux ordres de faits. Cette discordance a certainement peu de valeur lorsqu'elle ne porte que sur les deux étages lacustres de l'Armagnac, caractérisés par les faunes de Sansan et de Simorre, lesquels auraient très-bien pu être groupés dans un seul compartiment géologique. Elle s'accroît, toutefois, lorsqu'elle s'applique à des assises comme celles de l'Agenais, dont la réunion à l'étage de l'Armagnac ne pourrait plus être également justifiée. Mais elle devient capitale lorsqu'on étend les observations au delà des limites du département. On voit, en effet, dans la direction de l'ouest, les marnes miocènes lacustres qui constituent la masse principale du sol géologique du Gers, s'étendre à la base des coteaux du Béarn et de la Chalosse, où elles sont assez souvent superposées aux marnes nummulitiques. Nulle différence dans la composition du sol arable, auquel la désagrégation des unes et des autres donne lieu; et, sur de nombreux points, elles sont exploitées côte à côte, pour amender les boulbènes, sur lesquelles elles produisent des effets identiques. Les marnes éocène et miocène forment donc, agronomiquement, un tout indissoluble, tandis qu'elles sont séparées géologiquement par le soulèvement des Pyrénées, c'est-à-dire par un abîme. N'est-ce pas là la condamnation formelle de la formule tirée du programme officiel, et qui résume toute l'argumentation de M. Levallois, à savoir : « Que la terre végétale reste la même tant que le sous-sol ne varie pas, et qu'elle varie lorsque le sous-sol change ? »

J'ai peu d'observations à présenter sur la carte agronomique de l'arrondissement de Toul. J'ai reconnu les coïncidences topographiques signalées par M. Levallois entre certains compartiments de cette carte et leurs analogues de la carte géologique. J'ai dû rappeler, à cette occasion, que l'introduction de la Statistique agronomique du pays Toulinois les avait fait ressortir, il y a une douzaine d'années, en termes non équivoques. Seulement, de cette donnée vraie, M. Levallois a tiré des conséquences absolument inadmissibles, celle notamment qui, faisant bon marché de l'indépendance des dépôts meubles superficiels, réduit leur influence, dans la formation de la terre végétale, à une simple question d'épaisseur. Rien n'est plus erroné qu'une pareille déduction. Ce sont les terres rouges, ou, comme disent les paysans lorrains, les *rouges terres*, qui donnent à la Haie son caractère propre, et le secret des magnifiques champs de céréales des plaines de Condom et de Lectoure se trouve, tout entier, dans cet admirable dépôt brun, qui, par ses propriétés, rappelle les terres noires humifères de la Russie méridionale. Supprimez ces dépôts, et vous n'aurez, dans le pays Toulinois, aussi bien que sur les plateaux du Haut Armagnac, qu'un roc aride, tout au plus propre à nourrir quelques lichens. L'épaisseur n'a donc pas l'influence que lui attribue M. Levallois, car, dans les deux cas, elle est insignifiante.

C'est en partant de cette donnée manifestement inexacte, que M. Levallois a dressé la liste des compartiments dans lesquels le sol arable se trouve dans la dépendance du sol géologique. Ils ne comprendraient pas moins de 102,800 hectares, formant 91.5 pour 0/0 de la superficie de l'arrondissement. Et encore cela ne serait-il qu'un minimum pouvant être augmenté par l'adjonction de compartiments de moindre importance, tel, par exemple, que celui des sols siliceux dont la correspondance n'est pas aussi facile à établir, parce que, sur la carte géologique, le diluvium n'a pas été distingué des alluvions. Je n'examinerai pas si c'est là la vraie raison de la discordance qui se manifeste, à cet égard, entre la carte agronomique et la carte géologique, ou si elle ne résulte pas plutôt de l'omission, sur cette dernière, des alluvions dans la vallée de la Moselle, qui, à la hauteur de Toul, n'a pas moins de deux kilomètres de largeur. A mon sens, cela importe peu, car le tableau dressé par M. Levallois pêche par un point capital; il n'est point homogène. On y trouve, en effet, confondus et les

sols marneux qui reproduisent exactement la composition de l'étage de l'oxfordien duquel ils dérivent, et les terres rouges de la Haie qui ne renferment pas un atôme de carbonate de chaux, bien qu'elles reposent sur des assises calcaires. Réunir des éléments aussi disparates n'est pas évidemment le moyen d'arriver à des résultats concluants.

J'ai repris les calculs de M. Levallois, en faisant un départ entre les compartiments où le sol arable et le sol géologique présentent une composition identique, et ceux qui offrent, sous ce rapport, une opposition manifeste, soit que celle-ci résulte de l'extension des dépôts meubles superficiels, soit qu'elle provienne d'accidents trop peu importants pour être figurés sur une carte géologique. A cette dernière catégorie appartiennent, dans l'arrondissement de Toul, les sols argilo-siliceux ou terres rouges de la Haie et les sols alumineux qu'il conviendrait de réunir sur une carte générale, les terres blanches, les sols argileux ou terres de bois, les sols calcaires. Il y aurait encore lieu d'y comprendre les sols siliceux, puisqu'ils tiennent, dans la géologie de la contrée, assez peu de place pour que M. Levallois ait jugé à propos de ne point les faire figurer sur sa carte. Enfin, dans les côtes du Rupt de Mad, de la Moselle et des environs de Vandeleville, ainsi que dans celles de Toul, il n'y a pas moins de 4,000 hectares de sol arable profondément modifié par les éboulis calcaires qui n'ont rien de commun avec le sol géologique. Ces grandes divisions ont les étendues respectives suivantes :

Sols argilo-siliceux ou terres rouges. .	52,650 hectares.
Sols alumineux.	11,010 —
Terres blanches.	3,000 —
Sols argileux.	870 —
Sols calcaires.	480 —
Sols siliceux.	5,100 —
Modifications produites par les éboulis dans les côtes.	4,000 —
Total.	<u>77,110 hectares.</u>

Ces 77,110 hectares forment, d'une manière très-approchée, les deux tiers de la superficie totale de l'arrondissement de Toul. C'est bien incontestablement là la part qui revient aux vues exposées dans l'introduction de la Statistique agronomique de cette contrée, dans l'ensemble des causes auxquelles le sol arable doit son origine. Elle est, comme on le voit, assez

belle. Quand j'ai introduit dans l'étude de la terre végétale des pays de plaines la considération de l'influence des dépôts meubles superficiels, je n'ai point dit qu'elle était exclusive ; j'ai annoncé seulement qu'elle était prépondérante. Il m'est donc impossible de voir en quoi mes conclusions ont été infirmées par la note de M. Levallois.

COMPOSITION DU CONSEIL DE LA SOCIÉTÉ

POUR L'ANNÉE 1872

Président : M. Ed. HÉBERT.

Vice-Présidents.

M. le M^{ls} de ROYS. | M. Ed. PELLAT. | M. Alb. GAUDRY. | M. LEVALLOIS.

Secrétaires.

Vice-Secrétaires.

M. Alph. BIOCHE. | M. CHAPER. | M. BAYAN. | M. DELAIRE.

Trésorier : M. Éd. JANNETTAZ. | *Archiviste* : M. E. DANGLURE.

Membres du Conseil.

M. Alfr. CAILLAUX.	M. DESHAYES.	M. de VERNEUIL.	M. L. LARTET.
M. BELGRAND.	M. Ed. COLLOMB.	M. TOURNOUER.	M. Alb. MOREAU.
M. de BILLY.	M. Alb. de LAPPARENT.	M. P. GERVAIS.	M. GRUNER.

Commissions.

Bulletin : MM. LEVALLOIS, DAMOUR, DESHAYES, TOURNOUER, GRUNER.

Mémoires : MM. de LAPPARENT, P. GERVAIS, Alph. MILNE-EDWARDS.

Comptabilité : MM. le M^{ls} de ROYS, Edm. PELLAT, Alf. CAILLAUX.

Archives : MM. le M^{ls} de ROYS, Alb. MOREAU, Alf. CAILLAUX.

Le local de la Société est ouvert aux Membres les lundis, mercredis et vendredis, de 11 à 5 heures.

Table des articles contenus dans les feuilles 31-37 (1871-1872).

Tournoüer.	— Sur plusieurs dents de vertébrés recueillis à la Ferté-Aleps (Fin)	481
Id.	— Sur quelques coquilles oligocènes des environs de Rennes (Ille-et-Vilaine)	484
A. Garnier.	— Note sur les couches nummulitiques de Branchat et d'Allonz (Basses-Alpes)	484
Tournoüer.	— Note sur les fossiles tertiaires des Basses-Alpes recueillis par M. Garnier (Pl. V, VI, VII)	492
Bayan.	— Observations sur la communication précédente.	514
Hébert.	— Id. id. id.	520
Tournoüer.	— Appendice à la note précédente.	521
Id.	— Sur les Auriculidées fossiles des faluns.	527
Alb. Chapuis.	— Sur un ossement trouvé dans les marnes blanches supérieures au gypse.	529
Munier-Chalmas.	— Sur les nouveaux genres Bayanotenthis et Belopterina.	530
Tardy.	— Aperçu sur les collines de Turin.	531
Id.	— Recherches sur le glacier miocène dans le bassin de Paris.	541
Id.	— Esquisse des périodes miocène, pliocène et quaternaire dans la Haute-Italie.	547
Id.	— Note sur la Théorie de l'époque glaciaire.	560
Jacquot.	— Considérations sur le sol arable et sa représentation graphique, en réponse à la note de M. Levallois sur la corrélation des cartes géologiques et des cartes agronomiques (V. sup., p. 440).	569

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

PUBLICATIONS

Bulletin. — Les Membres n'ont droit de recevoir que les *Bulletins* des années pour lesquelles ils ont payé leur cotisation. Ils ne peuvent se procurer les autres qu'en les payant. (Art. 58 du régl.)

La 1^{re} série est composée de 14 vol. (1830-1843).

PRISE SÉPARÉMENT, LES VOLUMES DE LA 1^{re} SÉRIE SE VENDENT :

Aux Membres.		Au public.	Aux Membres.		Au public.
Le I. épuisé.			Le VIII.	5 fr.	8 fr.
Le II.	20 fr.	25 fr.	Le IX.	5	8
Le III. épuisé.			Le X.	5	8
Le IV. id.			Le XI.	5	8
Le V. id.			Le XII.	20	28
Le VI. id.			Le XIII.	30	40
Le VII.	10	16	Le XIV.	5	8

La 2^e série, en cours de publication (1844-1871), comprend 28 volumes. Son prix est de 400 fr. pour les Membres, et de 500 fr. pour le public.

LES VOLUMES DE LA 2^e SÉRIE SE VENDENT SÉPARÉMENT

Aux Membres.		Au public.	Aux Membres.		Au public.
Le I ne se vend pas séparément.			Le XVI.	10 fr.	30 fr.
Le II.	30 fr.	50 fr.	Le XVII.	10	30
Le III.	30	50	Le XVIII.	10	30
Le IV.	30	50	Le XIX.	20	40
Le V.	10	30	Le XX.	10	30
Le VI.	10	30	Le XXI.	10	30
Le VII.	10	30	Le XXII.	10	30
Le VIII.	10	30	Le XXIII.	10	30
Le IX.	10	30	Le XXIV.	10	30
Le X.	10	30	Le XXV.	10	30
Le XI.	10	30	Le XXVI.	10	30
Le XII.	10	30	Le XXVII.	10	30
Le XIII.	10	30	Le XXVIII.	5	30
Le XIV.	10	30	Le XXIX, en cours de		
Le XV.	10	30	publication.		30

Le *Bulletin* s'échange contre des publications scientifiques périodiques.

Table des XX premiers volumes du Bulletin (2^e série). { Prix, pour les Membres. 4 fr.
— pour le public. . . 7

Mémoires. — 1^{re} série, 5 vol. in-4° (1833-1843). — Le prix de chaque demi-vol. des t. I, II et III (à l'exception de la 1^{re} partie du t. I, qui est épuisée), est de 10 fr. pour les membres, et de 15 fr. pour le public. — Le prix de chaque demi-volume des t. IV et V est de 12 fr. pour les membres, de 18 fr. pour le public.

2^e série, en cours de publication, 9 vol. in-4° (1844-1871). — Le prix de la collection (moins la 1^{re} partie du t. I^{re} épuisée) est de 130 fr. pour les membres, de 240 fr. pour le public. Les t. I, 2^e partie, et II, 1^{re} partie, ne se vendent pas séparément. Le prix des autres demi-volumes des t. II à VI est de 8 fr. pour les membres, de 15 fr. pour le public. — Les mémoires publiés dans les t. VII, VIII et IX se vendent :

Aux Membres.		Au public.	Aux Membres.		Au public.
T. VII. — Mémoire n° 1.	5 fr.	8 fr.	T. VIII. — Mémoire n° 2.	6 fr.	11 fr.
Mémoire n° 2.	7	12	Mémoire n° 3.	8	17
Mémoire n° 3.	8	15	T. IX. — Mémoire n° 1.	8	15
T. VIII. — Mémoire n° 1.	8	15	Mémoire n° 2.	4 50	2 50

Histoire des Progrès de la Géologie

Aux Membres.		Au public.	Aux Membres.		Au public.
Collection, moins le t. I ^{re} qui est épuisé.	60 fr.	80 fr.	Tome III.	5 fr.	8 fr.
Tome I, épuisé.			— IV.	5	8
— II. { 1 ^{re} partie ne se vend			— V.	5	8
2 ^e partie dont pas séparément.			— VI.	5	8
			— VII.	5	8
			— VIII.	5	8

Adresser les envois d'argent, les demandes de renseignements et les réclamations à M. le Trésorier, rue des Grands-Augustins, 7.